



El autor narra, con claridad y con alguna pincelada humorística, la historia de los descubrimientos que él y sus colegas han hecho, a lo largo de muchos años, en el estudio del comportamiento de ciertos animales en su ambiente natural.

La acción se desarrolla desde las dunas holandesas, a las tierras heladas del Ártico, a los bosques y campos de Inglaterra, a los acantilados de las Islas Farne.

Tinbergen habla de las abejas, de las avispas, de las aves zancudas, de las gaviotas, de los insectos cazadores y de los gansos del norte. Describe los ingeniosos experimentos que él y otros biólogos llevaron a cabo para saber cómo encuentran las abejas su camino de regreso a la colmena, cómo las mariposas intimidan a sus posibles depredadores, por qué las gaviotas sitúan sus nidos en la forma en que lo hacen. Una y otra vez demuestra que detalles totalmente imprevistos de la vida animal son parte fundamental de su aparato de supervivencia.

Niko Tinbergen es catedrático de comportamiento animal de la Universidad de Oxford. En el año 1973 fue premio Nobel de Medicina en reconocimiento a sus estudios del comportamiento animal. Entre los libros que ha escrito destacan: *The study of instinct* (El estudio del instinto) y *Animal behaviour* (Comportamiento animal).

Naturalistas  
curiosos

N. Tinbergen

85



# Naturalistas curiosos

Niko Tinbergen

Biblioteca  
Científica  
Salvat









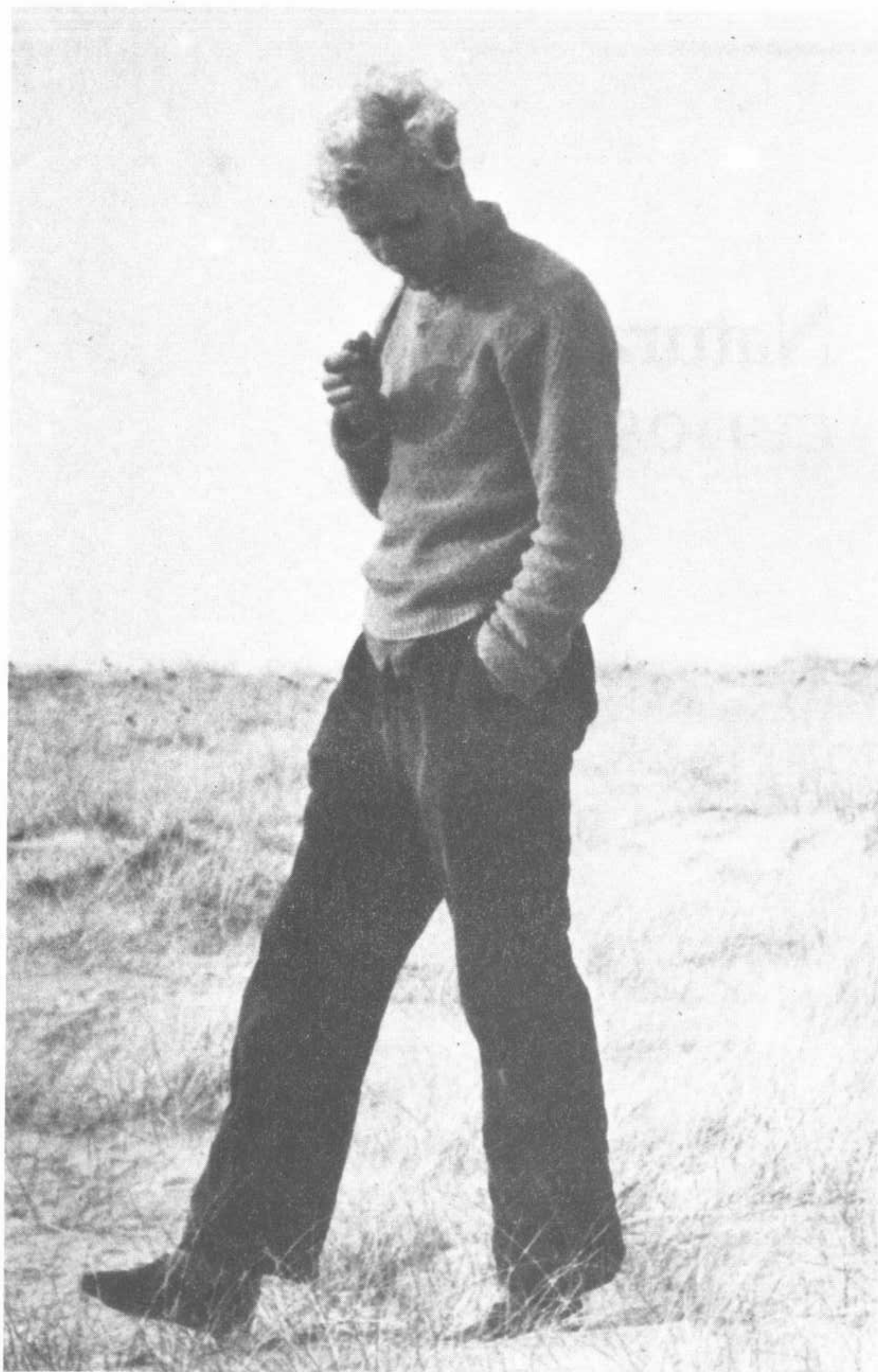
The Doctor

*Libros, Revistas, Intereses:*  
<http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/>

# Naturalistas curiosos

**Biblioteca  
Científica  
Salvat**





# Naturalistas curiosos

Niko Tinbergen

SALVAT



Versión española de la obra *Curious Naturalists*,  
publicada por Reed Consumer Books Limited, Londres, 1958, 1974

Traducción: Manuel Crespo  
Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass  
Foto de cubierta: Index

## ÍNDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>INTRODUCCIÓN.</b>                                       | <b>VII</b> |
| <b>AGRADECIMIENTOS.</b>                                    | <b>IX</b>  |
| <b>PRIMERA PARTE</b>                                       |            |
| <b>¿CÓMO ENCUENTRAN LAS AVISPAS EL CAMINO<br/>DE CASA?</b> | <b>1</b>   |
| <b>I. LAS CAZADORAS DE ABEJAS DE HULSHORST</b>             | <b>3</b>   |
| <b>II. MÁS SOBRE LAS CAZADORAS DE ABEJAS.</b>              | <b>25</b>  |
| <b>III. LAS AVISPAS DE LA ARENA</b>                        | <b>49</b>  |
| <b>SEGUNDA PARTE</b>                                       |            |
| <b>EL COLOR COMO FACTOR DE SUPERVIVENCIA</b>               | <b>79</b>  |
| <b>IV. ESTUDIOS SOBRE EL MIMETISMO.</b>                    | <b>81</b>  |
| <b>V. LA DEFENSA MEDIANTE EL COLOR.</b>                    | <b>113</b> |
| <b>VI. LA CORTEZA CON ALAS</b>                             | <b>133</b> |

© 1995 Salvat Editores, S.A., Barcelona  
© 1993 Reed International Books Limited  
ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)  
ISBN: 84-345-8965-6 (Volumen 85)  
Depósito Legal: B-1718-95  
Publicada por Salvat Editores, S.A., Barcelona  
Impresa por Printer, i.g.s.a. Febrero 1995  
*Printed in Spain*



## TERCERA PARTE

|   |     |
|---|-----|
| LA VIDA COMUNAL DE LAS GAVIOTAS . . . . .                   | 155 |
| VII. LAS GAVIOTAS REIDORAS . . . . .                        | 157 |
| VIII. HUEVOS Y CÁSCARAS DE HUEVO . . . . .                  | 185 |
| IX. EL ESPACIADO DE LOS NIDOS Y LOS<br>PREDADORES . . . . . | 203 |
| X. LOS MORADORES DE LOS ACANTILADOS . . . . .               | 225 |

## EPÍLOGO

|   |     |
|---|-----|
| NATURALISTAS CURIOSOS EN EL MUNDO MODERNO . . . | 255 |
|---|-----|

## INTRODUCCIÓN

En esta obra describo el quehacer y algunos de los hallazgos de un reducido número de naturalistas que, en un momento u otro, se me han unido en pos de un propósito común: el estudio del comportamiento de los animales en su hábitat natural. Nos pusimos a trabajar movidos por el anhelo de saber algo más acerca de cómo viven los animales, pero en seguida comprendimos que las diferentes especies viven en mundos muy distintos, y que su supervivencia depende de su habilidad para salvar los muchos obstáculos que esos mundos les tienden. Así pues, empezamos por definir nuestros objetivos en términos algo más concretos: queríamos desvelar la naturaleza misma de esos mundos, o "nichos" en lenguaje ecológico, y, además, dar respuesta a la pregunta de cómo las distintas especies satisfacen los requerimientos impuestos por tales nichos. Descubrimos, paso a paso, que el comportamiento de todas y cada una de las especies está adaptado, con frecuencia en grado portentoso, a realizar precisamente las actividades necesarias para sobrevivir y reproducirse.

Al contar esta paulatina transformación de excursionistas en investigadores, he procurado huir de los tecnicismos. Mi intención fundamental es ayudar a otros a compartir nuestro creciente asombro, a participar en la fascinante exploración de esos misteriosos universos animales en que sólo podremos entrar tras una paciente observación.

Hasta hace poco, los estudios de esta índole no dejaban de ser un sugestivo ejercicio intelectual. Hoy, por el contrario, son muchas las personas que se dan cuenta de que el ser humano, el único animal que modifica progresivamente su entorno, quizá no está



adaptando lo suficiente su comportamiento a ese nuevo medio. Para comprender plenamente las incógnitas inherentes a este singular "experimento de la naturaleza", deberíamos recurrir al saber obtenido por los "naturalistas curiosos", es decir, por aquellos que intentan saber algo más acerca de cómo viven realmente los animales.

## AGRADECIMIENTOS

Realizaron la investigación resumida en esta obra, además del autor, los alumnos que se le unieron, cada cual durante unos cuantos años seguidos, a lo largo del período 1934-1972, con la interrupción de la segunda Guerra Mundial. Una salvedad: el trabajo sobre la geometría del abedul lo efectuó, independientemente, mi colega el doctor H. B. D. Kettlewell.

Los nombres de los estudiantes son:

D. J. Kuenen; J. van Iersel; W. Kruyt; R. J. van der Linde; G. van Beusekom (*Philanthus*).

G. P. Baerends y la señora J. Baerends (*Ammophila*).

L. de Ruiter y la difunta señora de Ruiter (contrasombreado y oruga ramita).

A. D. Blest (ocelos).

B. J. D. Meeuse; L. K. Boerema; el difunto W. W. Varossieau (sátiro común).

M. J. Moynihan; U. Weidmann y la señora R. Weidmann; R. M. Mash; G. C. Phillips; H. Kruuk; I. J. Patterson; C. Feeke; J. C. Houghton; E. Sczulz; L. Gurr; G. J. Broeckhuysen; R. Stamm; M. Paillette (zorros y gaviotas reidoras).

H. J. Croze y la señora N. Croze; M. Impekoven; D. Franck (patrones visuales de búsqueda).

J. M. Cullen y la señora E. Cullen; H. McLannahan; J. Tinbergen (gaviotas tridáctilas y evitación del acantilado).



## AGRADECIMIENTOS

Las fotografías fueron tomadas por el autor, con la excepción de las de la página:

15 Heather Angel; 16 W. Kruyt; 50 G. P. Baerends; 86 W. Kruyt; 105 J. Haywood; 107 Heather Angel; 120 W. Kruyt; 121 W. Kruyt; 151 Heather Angel; 180 L. C. Shaffer; 183 L. C. Shaffer; 191 G. J. Broekhuysen; 214 H. J. Croze; 232 E. Hosking.

## PRIMERA PARTE

# ¿CÓMO ENCUENTRAN LAS AVISPAS EL CAMINO DE CASA?



## I. LAS CAZADORAS DE ABEJAS DE HULSHORST

De niño me desagradaban soberanamente los insectos; estaba convencido de que, aparte pasearse por mi piel, todos podían morder o picar. Más adelante, sin embargo, dediqué muchos veranos a estudiar las costumbres de una de las avispas cavadoras más feroces, la *Philanthus*, la matadora de abejas, y poco a poco me encariñé con éste y otros insectos. Debo este interés a la encantadora campiña de Hulshorst.

Con poco más de veinte años, y tras unos cuantos como estudiante de zoología, todavía me atraían bastante el hockey, el salto con pértiga, el patinaje, la acampada y fotografiar aves. A mi profesor no le hacían demasiada gracia tales aficiones; en realidad, me daba por perdido como incipiente zoólogo, y no puedo culparle del todo por ello. De todas maneras, yo era ya un naturalista en ciernes —o algo por el estilo—, y, sin darme cuenta de ello, aguardaba el estímulo de la crítica que me iniciaría en lo que luego ha sido mi afición y mi trabajo.

### HULSHORST

Durante las vacaciones de verano, mi familia, con todos sus críos y numerosos amigos, solía ocupar una casita de campo en una de las regiones menos habitadas de la populosa Holanda, entre extensos arenales de origen glacial que, por fortuna, no servían para nada excepto para producir madera de baja calidad en las zonas más favorables. Franjas irregulares de magníficos árboles caducifolios, como el haya y el roble, ribeteaban un riachuelo que entre



brezales y dunas serpenteaba camino del Zuider Zee. Buena parte de los ondulados arenales había sido forestada con pino albar, pero muchas extensiones estaban cubiertas por una alfombra de brezos, y otras eran pura arena desnuda, sumamente estéril. Pinos solitarios, desmadejados por el viento, y dunas pequeñas con rala vegetación de barrones, rompían la uniformidad de aquellas áridas llanuras.

Pero eso no da pie a creer que era una región insulsa, sino todo lo contrario. Innumerables y largos paseos —primero en verano, luego en todas las estaciones del año— nos llevaron a descubrir sus muchos tesoros ocultos. El fresco hayedo contiguo al riachuelo albergaba vistosas aves, como el pito negro, el halcón abejero y la chocha perdiz. Siguiendo en silencio la corriente, a menudo sorprendíamos algún corzo mordisqueando tiernos brotes verdes o bebiendo en un tranquilo recodo. En otoño, cuando las caducas hojas del haya brillaban como cobre bruñido, disfrutábamos encontrando setas maravillosas; recoger las especies comestibles confería un valor culinario a aquellas placenteras excursiones, y hacía que nos compadeciéramos de las ardillas, entregadas a la tarea de roer activamente bellotas o a la de enterrarlas.

Las plantaciones de pino albar, tan monótonas a primera vista,



eran, en realidad, una plétora de fascinantes criaturas, muchas de ellas con bellísimos camuflajes. Orugas de la esfinge del pino y de otras mariposas vivían entre sus acídulas, corroyéndolas sin pausa, confundidas con ellas merced a su maravilloso diseño de bandas blancas y verdes. En las zonas más pobres de la arboleda, los líquenes que cubrían los troncos albergaban una peculiar fauna de arañas, chinches y polillas, que se confundían con su entorno mediante eficacísimas combinaciones cromáticas a base de un verde liquen pálido con manchas negras.

En el suelo, sobre la alfombra grisverdosa formada por el líquen *Cladonia*, suave como terciopelo o crujiente como pan tostado según las condiciones meteorológicas, los preciosos ocreanaranjados rebozuelos (hongos comestibles) brillaban durante el verano y el otoño, y nos proporcionaban un alimento abundante y sabroso.

Totalmente distintos eran los vastos brezales. Al final del verano, cuando el brezo se viste con miríadas de flores, una luz púrpura se extendía por la ondulada llanura y se desdibujaba en la calina del horizonte, que brillaba bajo el tórrido sol. Las flores del brezo, productoras de un néctar delicioso, atraían infinidad de insectos cuyo continuo zumbido era tan consustancial al paisaje como pudiera serlo el rumor del oleaje en la costa marina. Aquí y allá se veían filas de rústicas colmenas de paja, pertenecientes a humildes granjeros que vivían a treinta kilómetros de distancia, y que las habían colocado en el brezal para aprovechar la breve pero fecunda estación.

Incluso las desnudas extensiones arenosas tenían su encanto. La escasa vegetación no llegaba a cubrir el suelo por completo, y en días ventosos la arena se levantaba por encima de la cresta de las dunas. Así pues, esos montículos estaban en constante movimiento y, como en esta región dominan los vientos del sudoeste, el grueso de la arena se dirigía siempre al noroeste. En el margen sudoccidental de los arenales se extendían lisas y deslustradas planicies, mientras que en el flanco nororiental, las desnudas lenguas arenosas se desplazaban lenta pero irresistiblemente, enterrándolo todo a su paso, fuera bosque o brezal.

En los llanos sudoccidentales, la grava, demasiado pesada para ser arrastrada, ponía un freno a la erosión eólica. Allí sentaban sus reales líquenes, musgos, gramíneas y pinos; y, poco a poco, la llanura se vestía con una vegetación muy abierta de pinos, brecina (una especie de brezo) y manchas dispersas de líquenes y musgos.

Ni los arenales ni esas pinedas naturales tenían la pobreza que aparentaban. Eran un precioso "país de los insectos". Miles de hor-



migas león devoraban hormigas rojas, abundantes allí donde algún roble o abedul aislado proporcionaba rica provisión de insectos. Las esfinges del pino vivían en los pinos solitarios. Había muchos chotacabras. Los escarabajos peloteros se alimentaban de excrementos de los también abundantes conejos; cuando el día era soleado, se les veía revolotear muy alto en el cielo, y los alcotanes, esos elegantes halconcitos, dedicaban horas y horas a cazarlos al vuelo. Las cicindelas, los grandes moscones del género *Asilus* y muchas avispas cavadoras vivían gracias a cazar a otros insectos, tanto los que había en la vegetación como los insectos que se extraviaban por la zona, como las desventuradas típulas.

Vivimos en esa región lo suficiente como para contemplarla en muy diversas circunstancias, con lo que todos sus elementos fueron adquiriendo importancia paulatinamente; la región entera impregnó

nuestras experiencias, muchas de ellas inolvidables. Aquí descubrimos utensilios de pedernal abandonados por seres humanos que habitaron el lugar miles de años atrás. Allá vimos cómo un rayo caía sobre un árbol, hacía añicos su corteza y esparcía por doquier pedazos de ella. Más allá, en el centro mismo de los arenales, encontramos la impronta de un rayo que se había estrellado contra el suelo: se trataba de una fulgurita, es decir, de un tubo de arena vítrea; la desenterramos entera —cuatro metros en total— y la llevamos al Museo Geológico de Leiden, donde sigue expuesta.

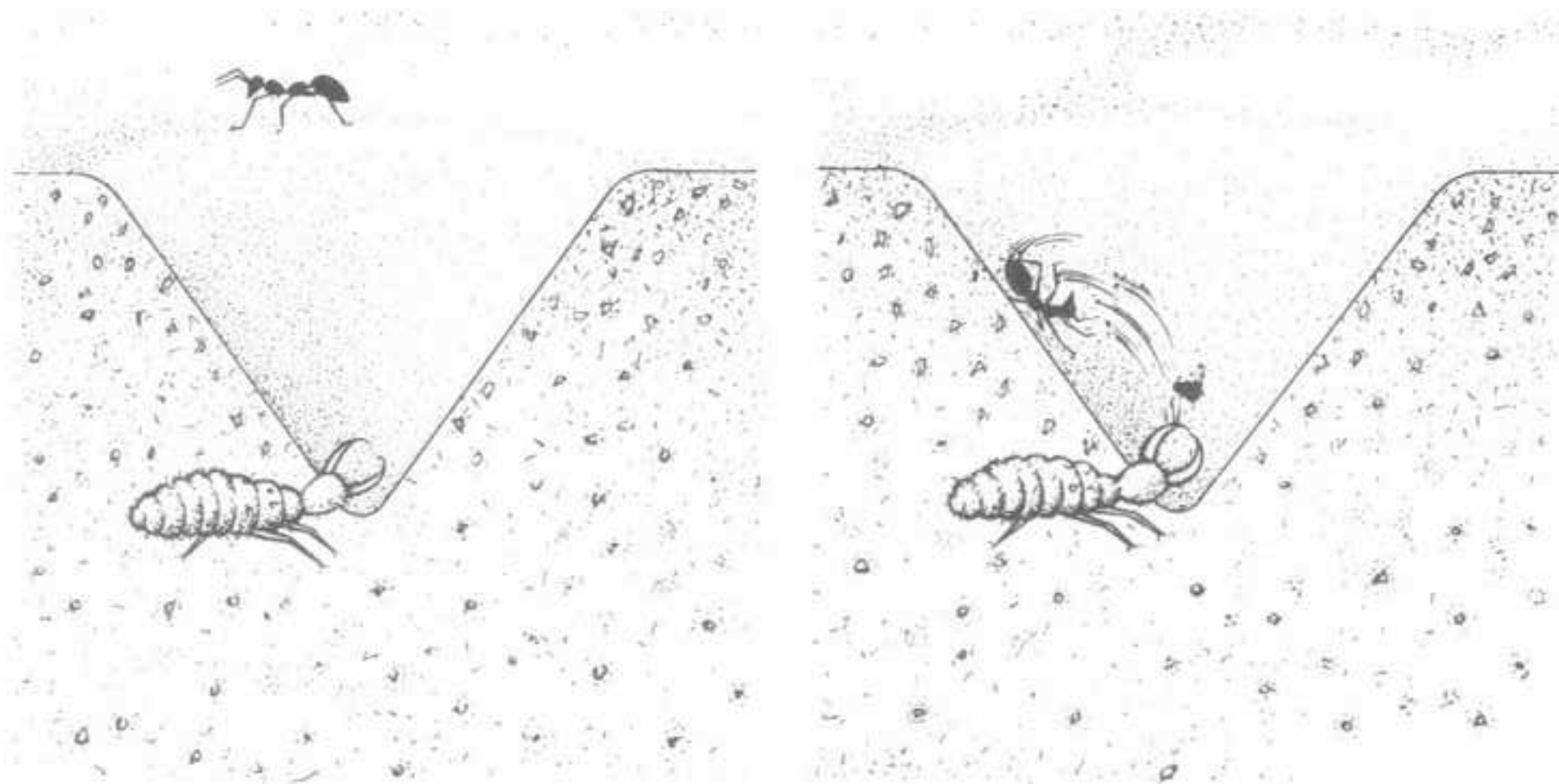
Ciertos puntos del bosque han quedado grabados para siempre en nuestra memoria. Por ejemplo, recuerdo perfectamente los lugares en que anidaba el azor; pasábamos las horas escondidos en una paranza, en lo alto de un árbol, observando cómo ese formidable predador alimentaba a sus polluelos en el espacioso nido. Había







Las hormigas león son larvas de insectos nocturnos, *Myrmecoleon*. Se agrupan con frecuencia al abrigo de alguna raíz gruesa (arriba). Cada hormiga león excava un pozo cónico y permanece a la espera de que pasen insectos, como hormigas. Cuando una tropieza en el borde del pozo, la hormiga león la derriba con arena, la atrapa con sus poderosas mandíbulas en forma de diente y la devora.



un rincón concreto en los arenales —un valle plano, desolado, de medio kilómetro cuadrado— que era mi lugar favorito; allí descubrí la *Philanthus*, la avispa cavadora que me llevó a emprender mi primer estudio experimental —y que tanto contribuyó a mi propia autoestima.

## UN PRIMER ENCUENTRO CON LA AVISPA CAVADORA

En un día soleado del verano de 1929, iba paseando sin propósito fijo por los arenales, meditabundo y algo preocupado. Acababa de pasar los exámenes finales, había conseguido un trabajo por horas y tenía intención de comenzar una tesis doctoral. Sentía muchas ganas de estudiar algún problema de comportamiento animal, razón por la cual había desechado varias sugerencias de mi bienintencionado tutor. Claro que rechazar un buen consejo y tomar uno sus propias decisiones son dos cosas muy distintas, y de momento no había concretado nada.

Mientras paseaba, me llamó la atención una brillante avispa amarillanaranja, del tamaño de una avispa común del género *Vespa*. Se hallaba entregada a una extraña tarea sobre la desnuda arena. Retrocedía lentamente, con movimientos bruscos, espasmódicos, echando arena hacia atrás. A cada sacudida de su cuerpo, paletada de arena afuera. Estaba seguro de que era una avispa cavadora. De ese tamaño sólo conocía la *Bembex*, pero ésta no lo era. Me detuve a observarla y en seguida vi que estaba sacando arena de un agujero. Transcurridos diez minutos, se volvió y, situada de espaldas a la entrada, empezó a rastrillar arena suelta sobre aquélla. En un minuto, la boca del agujero quedó completamente tapada. Acto seguido, la avispa remontó el vuelo, dio unas vueltas en derredor, describiendo trayectorias cada vez más amplias en el aire, y terminó por alejarse. Conocedor hasta cierto punto de los hábitos de las avispas cavadoras, supuse que volvería con una presa al poco tiempo, y decidí esperar.

Sentado en la arena, miré a mi alrededor y caí en la cuenta de que me había metido en lo que parecía una verdadera ciudad de avispas. En diez metros a la redonda distinguí más de veinte avispas atareadas en sus respectivas madrigueras. Cada madriguera tenía un retazo de arena amarilla alrededor, del tamaño de una mano, y, a juzgar por el número de tales manchas, debía haber centenares de madrigueras.





*Philanthus* con su presa, una abeja. Acaba de aterrizar en su retazo de arena y está a punto de abrir la madriguera.

No tuve que aguardar mucho para ver a una avispa de vuelta a casa. Descendió poco a poco, aterrizando como un helicóptero sobre el retazo de arena. Reparé entonces en que transportaba una carga, un objeto oscuro de un tamaño parecido al suyo. Sin soltarla, la avispa realizó algunos movimientos de barrido con las patas, de modo que la entrada de la madriguera quedó al descubierto y, arrastrando la carga tras de sí, se introdujo en el agujero.

Cuando llegó la siguiente avispa con su presa, la espanté para que la dejara caer, y entonces pude advertir que se trataba de una abeja.

Estuve toda la tarde observando a estas avispas en acción, y en seguida me enfrasqué en la tarea de averiguar qué acontecía exactamente en esta ajetreada ciudad de insectos. Daba la impresión de que pasaban parte de la jornada trabajando en las madrigueras que, a juzgar por la cantidad de arena removida, debían ser bastante profundas. De vez en cuando, una avispa se ausentaba, para regresar al cabo de media hora o más con una carga que inmediatamente arrastraba a su interior. Todas las presas que examiné eran abejas. Sin duda, las capturaban en el brezal, pues todo el ir y venir discurría en dirección sudeste, donde sabía que se hallaba el brezal más próximo. Con un sencillo cálculo a ojo se podía concluir que lo que allí estaba ocurriendo no sería del agrado de los colmeneros; en un día soleado como aquél, varios miles de abejas sucumbían a esta enorme colonia de matadoras.

Según las observaba, empecé a darme cuenta de que estas avispas ofrecían una extraordinaria oportunidad para el tipo de trabajo de campo que quería realizar. Había centenares de avispas cavadoras; aún no sabía con exactitud a qué especie pertenecían, pero no me sería difícil averiguarlo. Tenía la casi absoluta certeza de que cada avispa regresaba regularmente a su propio nido, lo que indicaba que debían tener excelentes dotes de orientación. ¿Cómo encontraban el camino de vuelta al nido?

En aquella época, los magníficos trabajos de varios zoólogos alemanes, en particular de E. Wolf, habían demostrado ya que las abejas eran unas maestras en el arte de volver a casa, y se conocían además bastantes cosas acerca de cómo lo conseguían. Ahora bien, yo sabía que esa habilidad aún no se había investigado en las avis-

Aguardando el retorno de las *Philanthus*. Cada mancha clara corresponde a arena removida por una avispa. En este suelo tapizado de líquenes oscuros, los nidos destacan con claridad.







pas solitarias, y que las observaciones de una autoridad en entomología como Henry Fabre y de sus discípulos —Ferton, Rau y otros— sugerían más bien que dichas avispas tenían facultades totalmente misteriosas para dar con el camino de vuelta al nido. La obra de esos naturalistas, aunque admirable en muchos sentidos, siempre me había dejado insatisfecho, y, claro está, algo tenía que hacerse al respecto. Y, ¿quién dejaría pasar semejante oportunidad? Decidí allí mismo abordar el problema.

Existía otro enigma en torno a estas avispas. Si se especializaban tan cabalmente en cazar abejas —como parecía ser el caso—, ¿cómo las reconocían entre los muchos millares de insectos de todo tipo que se regalaban en el brezo? ¿Sería posible descubrirlo?

Así pues, se disiparon mis inquietudes acerca del tema a elegir para mi tesis doctoral. Ese día, a juzgar por los resultados que siguieron, fue un hito en mi vida. En los años siguientes, iba a pasar mis

veranos con esas avispas, primero solo y luego con un grupo, en continuo aumento, de colaboradores, casi todos ellos estudiantes de zoología en la Universidad de Leiden. Pronto comenzamos a estudiar también otros insectos, y así empezó a tomar cuerpo lo que finalmente sería una tradición en nuestro laboratorio de zoología: organizar, año tras año, campamentos de verano acerca de temas biológicos en Hulshorst. Tengo una deuda de gratitud con el generoso propietario de ese encantador terreno, A. E. Jurriaanse, que con tanta cordialidad nos acogió todos los veranos, y que nos prestó su apoyo de muy diversas maneras para que pudiéramos dedicarnos por entero a nuestro trabajo (el cual debió de parecerle a veces algo singular).

Cuando en 1949 abandoné Holanda para establecerme en Oxford, mi colega Jan van Iersel se hizo cargo de estas investigaciones; y, después de tantos años, todavía siguen adelante.

### PHILANTHUS: ALGUNAS OBSERVACIONES

Comencé el trabajo compartiendo mi jornada laboral con la de las avispas —desde las ocho de la mañana hasta las seis de la tarde— en la “llanura de las *Philanthus*”. Dimos ese nombre a esta zona de los arenales en cuanto descubrimos que *Philanthus triangulum* era el nombre oficial de esta avispa cavadora.

Mi equipo se reducía a una silla vieja, unos prismáticos, libretas de notas y comida y agua para pasar el día. Las condiciones locales en los arenales abiertos de esa región son bastante asombrosas, si tenemos en cuenta que en Holanda el clima es templado. No son raras temperaturas de 43 °C al sol y, a tenor de la reacción de mi piel, que adquirió un tono tostado oscuro, recibí mi buena parte de radiación ultravioleta.

Mi primera ocupación consistió en averiguar si cada avispa estaba realmente adscrita a un nido, como sospechaba por la resolución con que las avispas aterrizaban de regreso a casa. Me instalé en un “barrio” de la colonia densamente poblado, a cinco metros más o menos de un grupo de unos veinticinco nidos. Levanté un plano del lugar, y señalé en él todos los nidos. Cuando veía a una avispa atareada en un nido, la capturaba y, al término de una breve y desigual lucha, le engalanaba el dorso con uno o dos puntos de color (usando esmalte de secado rápido) y la soltaba. Las avispas así manipuladas volvían en seguida a trabajar, y a las pocas horas tenía



diez ejemplares marcados con colores distintos trabajando ante mí. Es increíble cómo esa sencilla estratagema de marcar a mis avispas cambió mi actitud hacia ellas. De miembros de la especie *Philanthus triangulum* se convirtieron en amigos íntimos cuya vida pasó a ser desde ese mismo instante un asunto del máximo interés y preocupación para mí.

Mientras aguardaba que se produjeran acontecimientos importantes, pasé el rato observando de cerca a las avispas. Me arrastraba lentamente hasta llegar a muy pocos centímetros de distancia de alguna de ellas, y la observaba con un par de lupas montadas en un armazón que podía llevar a modo de gafas. Vistos con lupa, la mayoría de los insectos revelan una maravillosa belleza, inimaginable cuando se observan a simple vista. Con las lupas pude examinar a conciencia sus inmensos ojos compuestos; ver sus enormes mandíbulas en forma de pinza, que emplean para desmenuzar la arena apelmazada; contemplar sus ágiles antenas negras en perpetuo movimiento, y observar cómo sus patas amarillas, erizadas de quetas, rastrillaban la arena suelta con tal energía que volaba por los aires en rítmicas ráfagas, cayendo unos centímetros más allá.

Al poco rato, varias de mis avispas marcadas dejaron de trabajar en sus nidos, barrieron arena sobre la entrada y emprendieron el vuelo. El despegue solía ser espectacular. Antes de alejarse, volaban brevemente en círculo alrededor del nido, primero cerca del suelo y luego a mayor altura, describiendo trayectorias cada vez más amplias; algunas realizaban otra pasada sobre el nido a escasa altura. Por último, se alejaban en línea recta volando entre cinco y diez metros por encima del suelo, perdiéndose pronto contra el cielo azul. Todas las avispas desaparecían por el sudeste. A un kilómetro en esa dirección, los desnudos arenales bordeaban un extenso brezal repleto de zumbantes abejas. Ése era, como pude comprobar más adelante, el territorio de caza de las avispas.

Los curiosos rizos que describían mis avispas en el aire antes de abandonar su casa los habían ya descrito otros entomólogos en muchas avispas cavadoras. Philip Rau les dio el nombre de "reconocimiento del lugar". No obstante, hasta entonces nadie había demostrado que estos vuelos merecieran tal nombre, o, dicho de otro modo, que las avispas se fijaran realmente en las características de los alrededores de los nidos mientras volaban en círculo sobre ellos. Verificar esta hipótesis era uno de mis objetivos: me parecía muy probable que las avispas se fijaran en lugares determinados del suelo y los emplearan como hitos o puntos de referencia para orientar-



se. Ante todo, sin embargo, tenía que asegurarme de que cada una de mis avispas regresaba siempre al mismo agujero.

Aunque tenía que estar muy atento acechando el regreso de las avispas marcadas, sentía la tentación de mirar alrededor y observar la multitud de criaturas que se afanaban en el tórrido llano, pues pronto descubrí que tenía muchos vecinos. En primer lugar, había otra especie de avispas cavadoras. Efectivamente, entre las madri-



gueras de *Philanthus* se abrían otras de aspecto distinto: las parcelas de arena eran algo mayores y menos regulares. Pertenecían a la mayor de nuestras avispas cavadoras, la *Bembex*, de tamaño parecido al de un avispon. Con un estrepitoso zumbido, volando a tremenda velocidad muy cerca del suelo, estas magníficas avispas se desplazan raudas de un lado a otro, y pasó un buen rato antes de que lograra ver en ellas algo más que un fugaz destello amarillo. Descubrí también una abeja cortadora de hojas, que volvía a su casa dispuesta a "empapelarla" con un trocito de hoja que había recordado de un rosál. Su nido, apenas visible, se encontraba en el tapiz de musgo seco adyacente a la colonia de *Philanthus*. Y recuerdo también el susurro de los asilos (*Asilus crabroniformis*), que capturaban al vuelo moscas y otros insectos. A veces cometían un error y atacaban a una *Philanthus*; entonces ocurría un breve pero enconado enfrentamiento zumbante, y finalmente, el asilo ponía tierra por medio en busca de una presa menos quisquillosa. Pequeños saltamontes, glotones y candorosos, merodeaban también por el lugar devorando un brote tras otro, o dedicando horas enteras a chirriar su canto o a cortejar, con patética perseverancia, a hembras en apariencia indiferentes.

Antes de concluir el primer día de observación, todas mis avispas marcadas habían regresado con una abeja, algunas dos y hasta tres veces. Al término de esa jornada quedó claro que cada una de ellas tenía un nido propio, al que volvía de manera regular.

Asilo dispuesto a saltar sobre una víctima en vuelo.



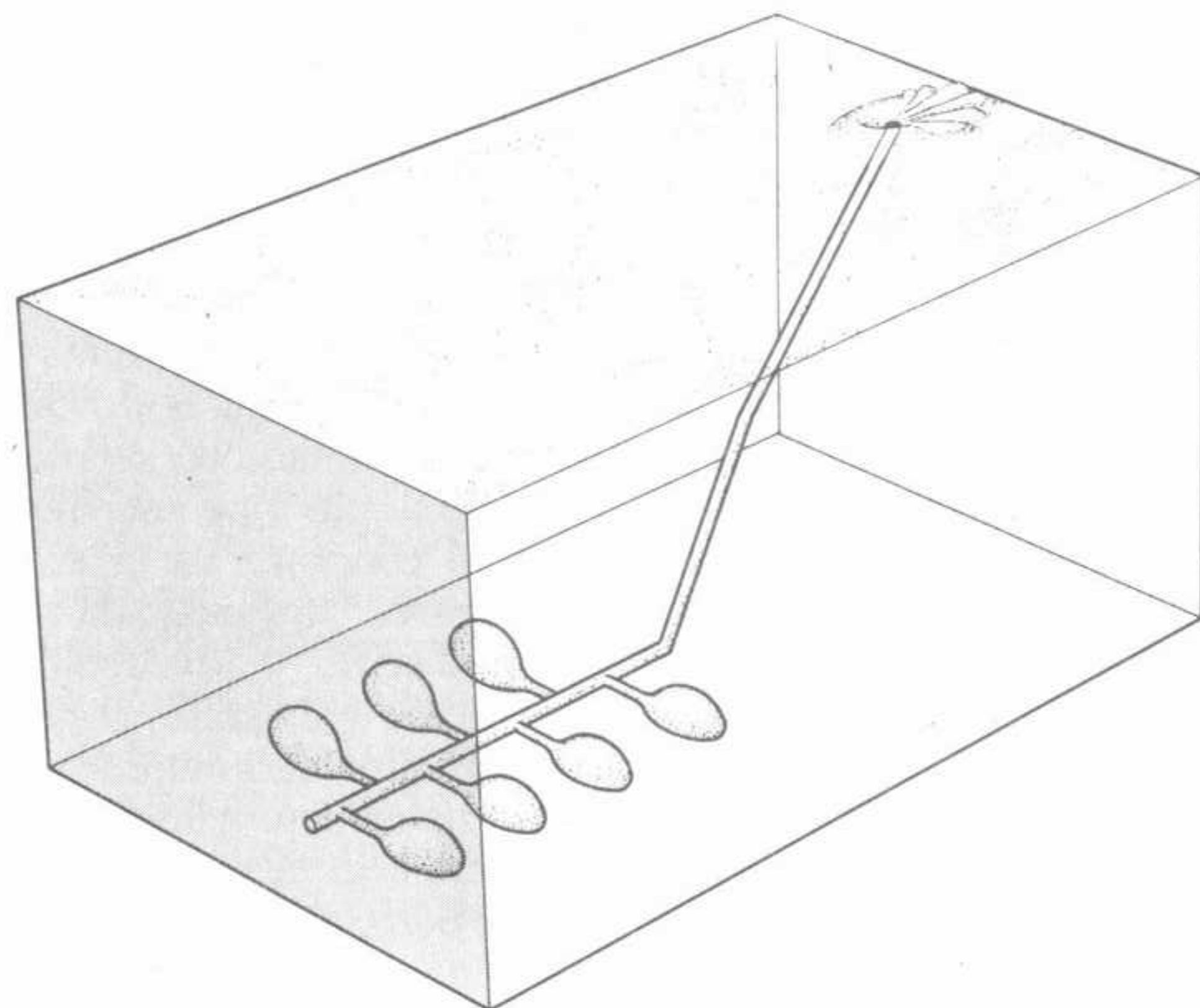
En días posteriores amplié esas observaciones y descubrí más cosas acerca de la vida cotidiana de las *Philanthus*. Lo mismo que en otras especies de avispas cavadoras, la excavación de las madrigueras y la captura de presas para alimentar a las larvas es ocupación exclusiva de las hembras, bastante pesada por cierto. Las avispas pasaban horas y horas perforando largos pozos y sacando arena. A menudo permanecían bajo tierra mucho tiempo y, a la espera de que reaparecieran, mi paciencia solía afrontar duras pruebas. Pero, finalmente, siempre se producía un movimiento casi imperceptible en la arena y poco a poco se levantaba un montoncito de tierra húmeda; parecía como si un minúsculo topo estuviera trabajando en ese lugar. Luego emergía el abdomen de la avispa y finalmente todo el cuerpo, cubierto de arena. Una sacudida rápida, acompañada de un brusco zumbido en *staccato*, y quedaba limpia. Acto seguido se ponía a despejar la entrada trabajando como una posesa, echando la arena a varios centímetros de la entrada.

Escarbé varios nidos para descubrir su estructura interna. Por lo general, la arena se desmenuzaba y perdía el rastro del pasadizo antes de profundizar siquiera un palmo; pero, en ocasiones, si sondeaba primero cuidadosamente el túnel de entrada con una pajita y excavaba luego guiándome por ella, conseguía llegar a las celdas. Éstas se abrían en el extremo del túnel de entrada, que era un angosto y largo tubo que a menudo medía más de medio metro. Cada cámara contenía un huevo o una larva y un par de abejas, que constituían la provisión de comida. Todos los nidos contenían de una a siete cámaras. Por el número variable de celdas en cada nido y la diferente edad de las larvas albergadas, llegué a la conclusión de que la hembra llenaba cada celda con abejas antes de excavar otra, y supuse que era la perforación de una nueva cámara lo que la retenía bajo tierra tanto rato.

## UN SENCILLO EXPERIMENTO

No dediqué mucho tiempo a escarbar en los nidos, pues quería observar a las avispas sin perturbarlas. Ahora que estaba convencido de que cada avispa regresaba periódicamente a su nido, me planteé el problema de la orientación. El valle entero se hallaba salpicado de parcelas amarillas de arena: ¿cómo podía una avispa, después de una excursión de caza de más de un kilómetro, encontrar el nido propio?





Madriguera de *Philanthus* con siete cámaras en un extremo, cada una de las cuales contiene una larva con su provisión de comida en forma de abejas.

Había leído que las avispas realizaban vuelos de “reconocimiento del lugar”, y supuse que cada hembra realizaba de hecho lo que tal término implicaba: orientarse localizando puntos de referencia en el suelo. Un sencillo experimento demostró que estaba en lo cierto. Cuando se ausentó una de las avispas, despejé la zona que rodeaba la boca del nido, cambiando de lugar todo posible hito—guijarros, ramitas, matas de hierba, piñas—, de modo que en una extensión de tres o cuatro metros cuadrados no quedara nada en su sitio. No obstante, dejé intacto el nido. Acto seguido, aguardé a que volviera la avispa. Cuando lo hizo, descendió lentamente de las alturas con la correspondiente abeja, y cuando llegó aproximadamente a un metro del suelo, empezó a comportarse de un modo sorprendente. Vi cómo se detenía de súbito y se lanzaba enloquecida de acá para allá como si estuviera muerta de pánico; luego se cernió inmóvil en el aire durante un rato, describió un amplio rizo en sentido retroascendente, deshizo la pirueta y descendió a la mis-

ma altura para intentar localizar de nuevo el nido. Era evidente que estaba muy confusa. Como yo no había tocado la boca del nido ni la parcela de arena que la rodeaba, quedaba claro que el comportamiento anormal de la avispa se debía a los cambios que yo había producido en los alrededores del nido.

Poco a poco, la avispa se tranquilizó y emprendió una búsqueda a baja altura por la zona removida. Pero se diría que era incapaz de localizar el nido. Aterrizaba, ora aquí, ora allá, y excavó en diversos lugares próximos a la boca del nido. Transcurrido un tiempo, dejó la abeja y emprendió una minuciosa búsqueda exploratoria. Al cabo de diez a veinte minutos, encontró la boca del nido por casualidad y sólo entonces recuperó la abeja y la introdujo en la madriguera. Pocos minutos después reapareció, tapó la boca del nido y emprendió el vuelo. En ese momento la avispa me dio una agradable sorpresa: al partir, realizó un vuelo de reconocimiento muy prolongado. Invertió dos minutos largos en dar vueltas y más vueltas sobre la zona removida, antes de salir zumbando en dirección al brezal.

Al cabo de hora y media de espera, tuve la satisfacción de verla aparecer de nuevo. Y ocurrió lo que yo esperaba: esta vez apenas hubo síntomas de indecisión. La avispa no sólo había perdido el miedo al suelo removido, sino que ahora conocía a la perfección el camino de casa.

Repetí el experimento con varios individuos, y la respuesta de todos ellos a mi intromisión fue más o menos la misma. Por consiguiente, parecía probable que las avispas no encontraran el nido respondiendo a algún estímulo (visual o de otra índole) procedente de éste, sino sirviéndose de puntos de referencia existentes en los alrededores. Esta hipótesis es la que trataría de confirmar con todo el rigor posible.

El siguiente experimento también fue bastante simple. Si una avispa se fijaba en determinados hitos o puntos de referencia del terreno para orientarse, entonces cabía la posibilidad de engañarla y hacerla ir a otro lugar desplazando el conjunto de hitos a cierta distancia del nido. Realicé el experimento con unos nidos situados en un suelo arenoso y en cuyos alrededores había unos pocos objetos notables, tales como ramitas o matas de hierba. Una vez se hubo marchado el propietario del nido, trasladé todos esos objetos medio metro al sudoeste, más o menos en ángulo recto con la trayectoria que yo esperaba que describiría la avispa al volver. El resultado fue el esperado, y sin embargo no pude dejar de sentirme sorprendido



y gozoso. Todas las avispas ignoraron su nido y aterrizaron en el lugar exacto donde "debía" estar según la nueva ubicación de los puntos de referencia. Varié las condiciones del experimento, ahuyentando a la avispa, desplazando luego los hitos del suelo medio metro en otra dirección y permitiendo, finalmente, que la avispa aterrizara de nuevo. Fuera cual fuese la posición que diera a los hitos, la avispa los tomaba como puntos de referencia para aterrizar. Al término de esta serie de variantes del experimento, restituí los hitos a su emplazamiento original y entonces la avispa retornó a su hogar. De este modo, los experimentos tenían un feliz desenlace para las *Philanthus*, aunque yo no lo hacía por puro altruismo; la verdad es que así podía, llegado el caso, utilizar de nuevo las avispas para otros experimentos.

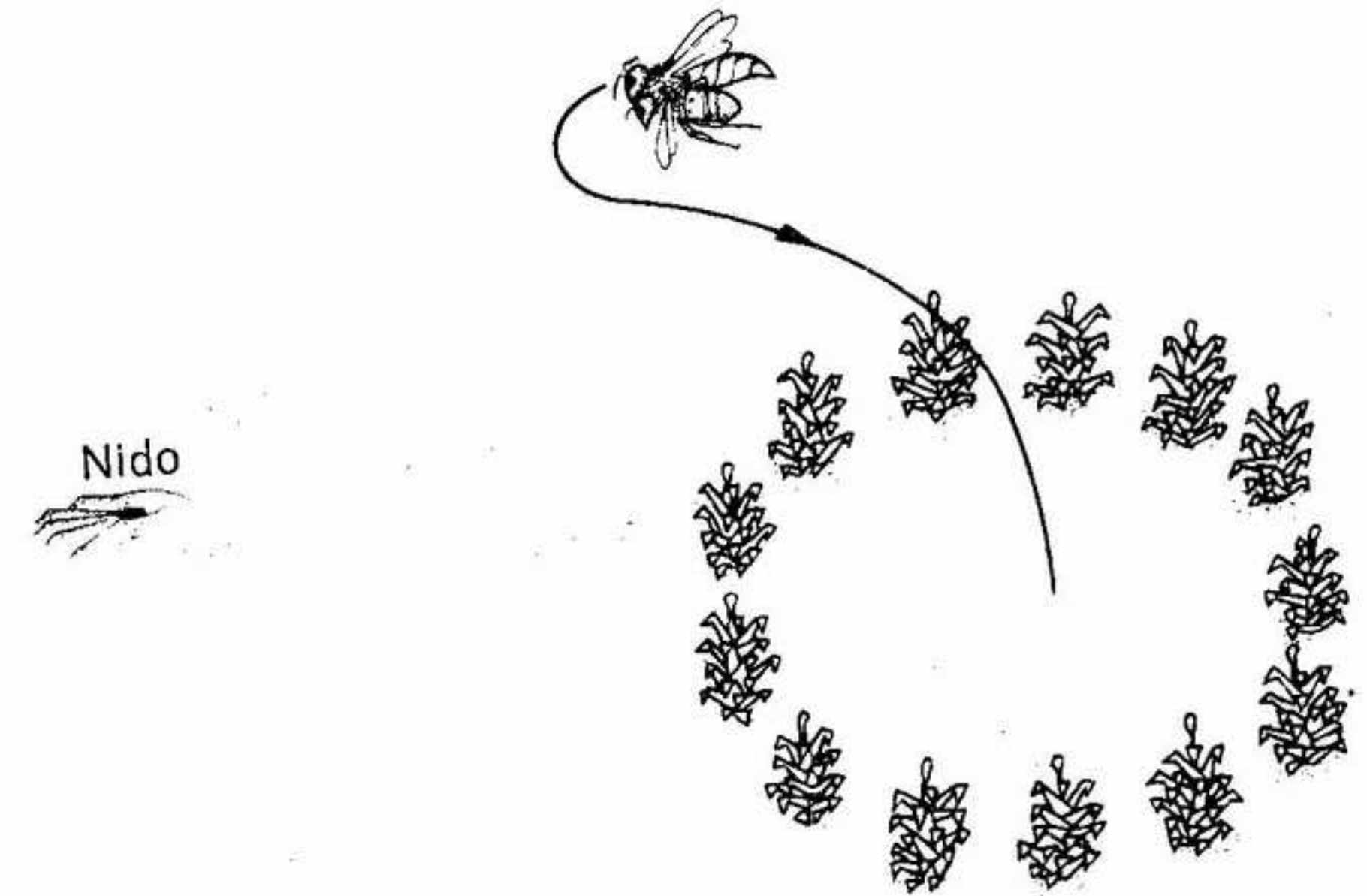
Cuando se está ocupado en trabajos de esta naturaleza, siempre es bueno observarse uno mismo a la par que a los animales, y con un sentido tan crítico e imparcial como sea posible —lo cual, claro está, es una ardua tarea. Con frecuencia me he preguntado por qué me satisfacían tanto los resultados de estos experimentos. A un racionalista probablemente le gustaría imaginar que la causa era que dichos resultados concordaban totalmente a lo previsto. Estoy convencido de que ése era un factor de gran importancia; pero había otro más importante aún, si bien menos noble: disfrutaba, saboreaba la satisfacción del deseo de poder. Que este factor estaba presente lo corrobora el hecho de que otras personas que realizaron la experiencia sin estar interesados en su aspecto científico, también disfrutaban al ver que habían engañado a las avispas. Estoy convencido, además, de que mi alegría por haber hallado la solución al problema no era totalmente pura, pues iba mezclada con el orgullo de haber tenido éxito en los experimentos.

## EXPERIMENTOS ADICIONALES DE ORIENTACIÓN

Los siguientes experimentos que realicé tenían como objetivo intentar que las avispas utilizaran en sus aterrizajes los puntos de referencia que yo había colocado, no sólo para satisfacer mis deseos de poder, sino también para fines más nobles, como espero demostrar más adelante. Dado que si cambiaba los puntos de referencia mientras las avispas estaban fuera del nido éstas se mostraban muy confundidas a su regreso, e incluso llegaban a no encontrar el nido, aguardé a que una de ellas estuviera dentro y entonces puse mis

propios hitos en torno a la entrada: dieciséis piñas dispuestas en un círculo de unos veinte centímetros de diámetro.

Cuando la avispa salió, se mostró harto perturbada y realizó un vuelo de reconocimiento bastante prolongado. De vuelta a casa, titubeó un rato, pero finalmente aterrizó sobre el nido. En la siguiente salida efectuó un reconocimiento verdaderamente minucioso, y a partir de ese viaje todo marchó como una seda. Realicé el mismo experimento con otras cinco avispas, y todas ellas manifestaron un comportamiento similar. Al día siguiente, las cinco iban y venían de sus nidos con toda normalidad. Entonces, sometí a cada una de ellas al experimento de desplazamiento de los puntos de referencia que he descrito antes, y los resultados no fueron muy claros. Si bien algunas avispas tomaron las piñas como punto de referencia al regresar, hubo otras que, no dejándose embaucar, se dirigieron sin titubeos hacia el nido, ignorando mis marcas con todo descaro, y otras parecían incapaces de resolver el problema y vacilaban entre el verdadero nido y el círculo de piñas. Sin embargo, este comportamiento poco entusiasta no me inquietó: si las avispas se orientaban mediante los hitos del terreno, cabía esperar que mis experimentos las pusieran en un conflicto, pues los hitos naturales que



La abeja que retorna con su presa, sufre un error a causa del desplazamiento del círculo de piñas y aterriza en su centro en vez de hacerlo en el nido real.

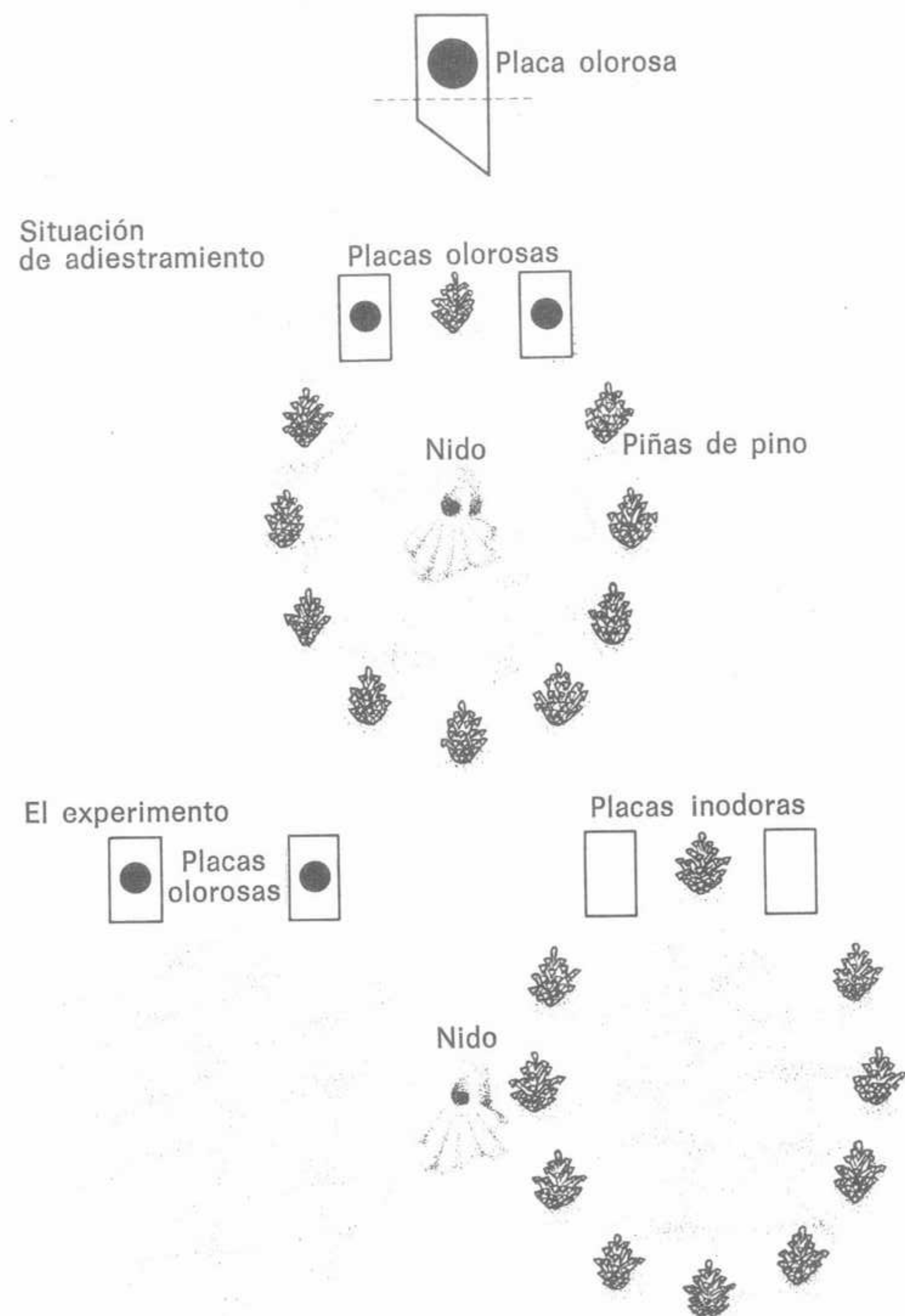




Boca de nido en el suelo arenoso.

debían usar antes de que les pusiera las piñas aún seguían en su posición original; sólo había movido estas últimas. Y aunque las piñas fueran puntos de referencia muy visibles, llevaban allí un día escaso. De modo que volví a colocar cada círculo alrededor de su nido correspondiente, y al cabo de dos días realicé de nuevo el experimento. Esta vez, los resultados demostraron una preferencia absoluta por las piñas: había logrado que las avispa se guiara por mis hitos.

El resto de ese primer verano de investigación lo dediqué sobre todo a consolidar estas conclusiones en varios aspectos. No tuve mucho tiempo para ello, pues la estación dura sólo dos meses para las *Philanthus*; a finales de agosto comienza a disminuir su actividad, y poco después mueren. La suerte de su estirpe queda en



Experimento para ver si las avispa pueden emplear el olfato para orientarse. Primero adiestrábamos una avispa para que empleara piñas y placas olorosas como hitos. Cuando trasladábamos dichas placas a un lado del nido real, y en el otro colocábamos el círculo de piñas y unas placas inodoras, la avispa optaba por aterrizar en el centro del círculo de piñas. Ignoraba el olor.



manos de las pupas enterradas profundamente en la arena, donde permanecen en estado latente hasta el próximo julio. Ni siquiera durante este breve período estival, las avispas trabajan continuamente, pues sólo se muestran activas en los días soleados y secos; y el verano holandés rara vez ofrece más de una veintena de esos días en total.

Pero pude confirmar que, para volver a casa, las avispas confiaban básicamente en el sentido de la vista. En primer lugar, si les amputaba las antenas —portadoras de delicados receptores táctiles y gustativos, así como de otros órganos sensoriales—, su orientación no quedaba en absoluto perturbada. En segundo lugar, cuando cubrí los ojos de avispas intactas con pintura negra, éstas ni siquiera podían volar. Quitándoles la “venda” de pintura, recuperaban la visión, y con ella el comportamiento normal. Por otro lado, cuando una avispa aceptaba como puntos de referencia un círculo de piñas con dos rectángulos de cartón empapados en esencia de pino —que despiden un fuerte olor—, el desplazamiento de las piñas la confundía en el sentido habitual, pero el de los rectángulos olorosos no tenía ningún efecto. Por último, cuando a una avispa acostumbrada a un círculo de piñas se le quitaba éste y se le ofrecía a cambio un círculo de guijarros grises desplazado a medio metro de distancia del nido, se dirigía hacia los guijarros; cabía esperar este resultado, dado que los guijarros eran visualmente parecidos a las piñas.

Ésos fueron los descubrimientos que realicé aquel primer verano. Había sentido las primeras emociones como investigador, y aunque mis observaciones y experimentos habían sido muy simples, me habían conducido a verdaderos hallazgos. Sentí esa peculiar sensación de triunfo que es la recompensa de la auténtica exploración. Ya había trazado mis planes para las vacaciones estivales de los años venideros: continuaría yendo a Hulshorst para indagar más acerca de la vida de las *Philanthus*. Tal como ocurrieron luego las cosas, esta decisión determinó también los planes veraniegos de mi esposa, de todos nuestros hijos y de varias “generaciones” de estudiantes. Y ello fue así porque el trabajo de campo en los arenales continuó durante muchos años, incluso después de que las *Philanthus*, insólitamente abundantes en los primeros años, volvieran a su condición normal de especie relativamente rara, obligándonos, por tanto, a dejar su estudio.

## II. MÁS SOBRE LAS CAZADORAS DE ABEJAS

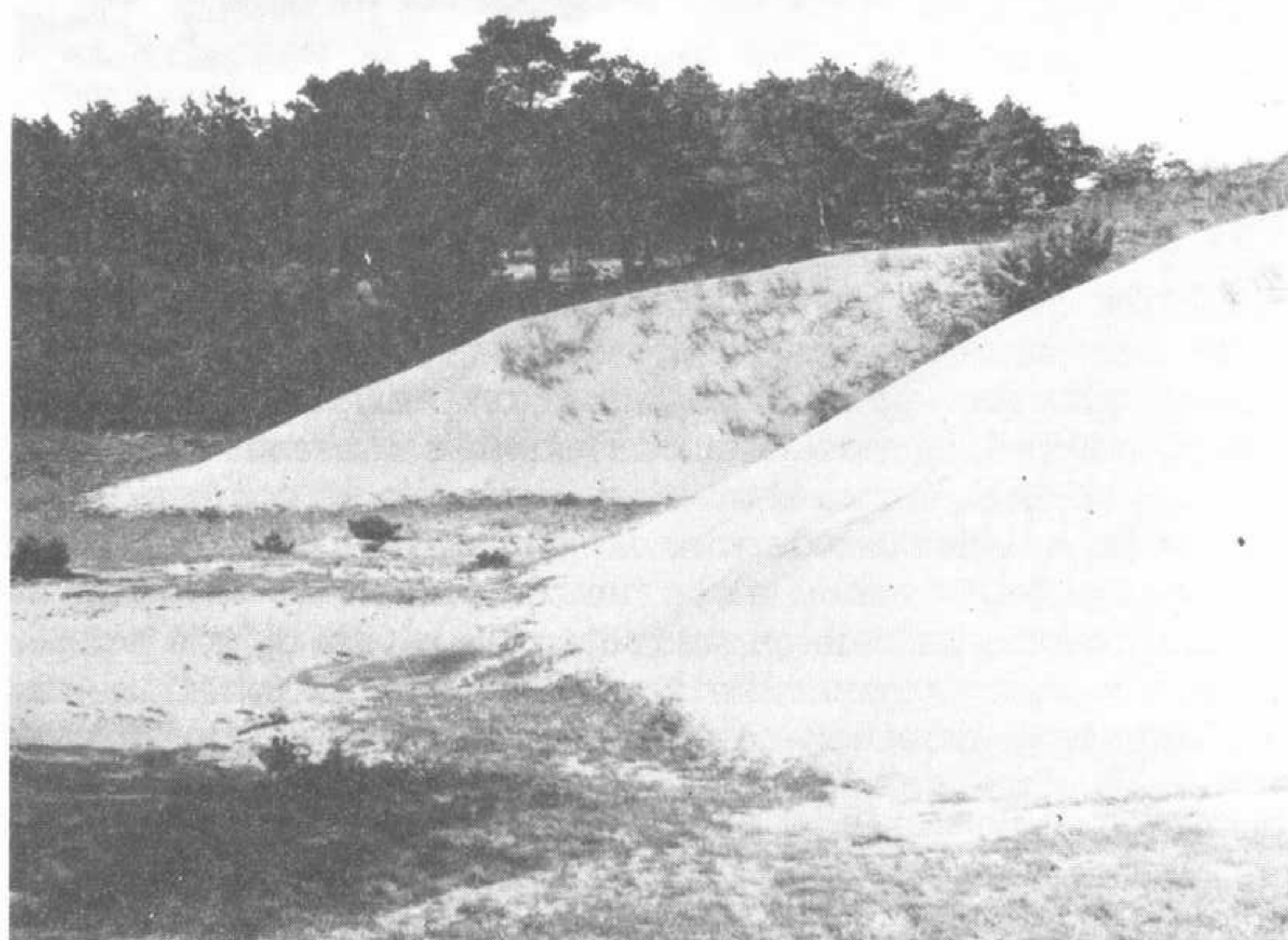
Hube de interrumpir mi trabajo sobre las avispas cazadoras durante dos veranos, que pasé con mi esposa en la costa oriental de Groenlandia. Pero ya en el viaje de retorno del Ártico, mi pensamiento retrocedía a menudo a las *Philanthus*. Presentía que los resultados obtenidos hasta el momento eran sólo un comienzo y sopesaba las posibles vías de ahondamiento en los problemas de su orientación. Se me brindó la oportunidad de realizar más trabajo de campo cuando H. Boschma, mi profesor, a la vista de que poco se podía conseguir en los catorce días oficiales de vacaciones a que un ayudante tenía derecho, me autorizó a llevar algunos graduados, aceptando el trabajo que hicieran conmigo como parte de su preparación.

Mis peroratas en torno a las enseñanzas de las avispas habían interesado a varios amigos del laboratorio, de modo que tenían sobradas ganas de acompañarme. Realicé las observaciones que describiré en el presente capítulo con su entusiasta colaboración. En nuestro equipo figuraban, además de yo mismo, W. Kruyt, D. J. Kuenen, R. J. van der Linde y G. van Beusekom.

### EL “RECONOCIMIENTO DEL LUGAR”

Empezamos por investigar más detalladamente el “reconocimiento del lugar” de las avispas. Como mencioné antes, tenía ya indicios bastante sólidos de que era realmente merecedor de este nombre, pero aún faltaban pruebas definitivas. Los caprichos, por otro lado molestos, del clima atlántico nos proporcionaron una oportunidad, que ni pintada, de conseguir tales pruebas. Los perío-





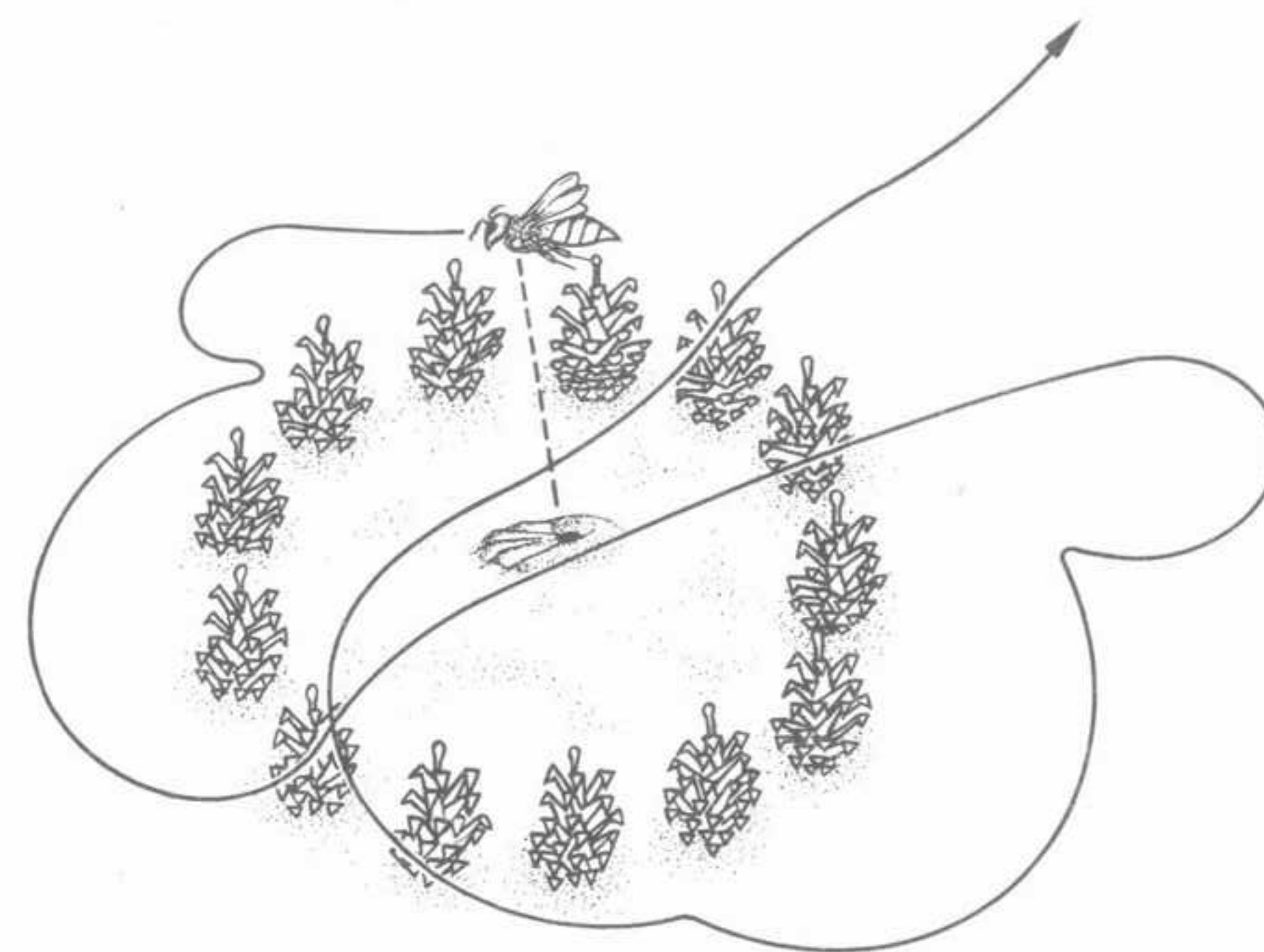
Móviles lenguas arenosas formadas por los vientos dominantes de Hulshorst.

dos prolongados de tiempo lluvioso y frío no son raros en el estío holandés; a decir verdad, son más frecuentes que los de tiempo soleado, los únicos capaces de inducir a las avispas a “trabajar”: y si bien la lluvia ponía en un brete la moral del campamento, un arranque de actividad febril causaba que todos hiciéramos lo imposible por estar a punto antes de que las avispas pudieran reemprender el vuelo.

Previamente habíamos notado que muchas pasaban las temporadas húmedas y frías en el nido. El agua y el viento solían hacer estragos en los hitos, y quizá las avispas, metidas en casa, olvidaban

también su posición exacta. Sea como fuere, con el retorno del buen tiempo, todas las avispas efectuaban largos “reconocimientos del lugar” cuando emprendían la primera excursión. ¿Acaso aprendían de nuevo la disposición del terreno?

Uno de aquellos días, con el suelo todavía húmedo pero con un cielo soleado y halagüeño, ya estábamos en la colonia a las siete y media de la mañana. Cada uno de nosotros, tras tomar posiciones



Trayectoria del vuelo de *Philanthus* al abandonar el nido (típico reconocimiento del lugar).

cerca de un grupo de nidos, aguardaba los primeros indicios de que una avispa salía. No tuvimos que esperar mucho para ver moverse la arena que cubría una de las entradas: síntoma inequívoco de que una avispa intentaba abrirse paso al exterior. Rápidamente pusimos un círculo de piñas alrededor del nido. Cuando apareció, comenzó a excavar y trabajar en él, luego rastrilló arena sobre la entrada y se fue. En el transcurso de la mañana, salieron a la luz muchas avispas, y todas tuvieron su lote de piñas en torno a la entrada antes de que “abrieran la puerta”. Algunas no se tomaron ni siquiera la molestia de trabajar en el nido, sino que lo abandonaron en seguida después



de sacar la cabeza. Íbamos a aprovechar estas últimas para nuestros experimentos. Como era de prever, realizaban detallados reconocimientos del lugar, describiendo numerosos rizos de amplitud y altura crecientes antes de partir. Registramos con todo cuidado la duración de estos vuelos. En cuanto una de esas avispas partía definitivamente, retirábamos las piñas. Lo hacíamos para tener la certeza absoluta de que, caso de que regresara sin darnos cuenta, no viera piñas circundando el nido. Cuando advertíamos su vuelta con una abeja, preparábamos un experimento desplazando las piñas a cierta distancia del nido. Si la avispa optaba por estas últimas, habríamos demostrado que se había fijado en ellas durante el reconocimiento del lugar, pues no podía haberlas visto en ningún otro momento.

De estas avispas, no todas volvieron en el mismo día. El ayuno y la prolongada permanencia en las madrigueras probablemente las obligaba a alimentarse primero en el brezal. Algunas, sin embargo, llegaron con su abeja, y con éstas pudimos efectuar varios experimentos apasionantes. Investigamos un total de trece avispas. De noventa y tres oportunidades de elección entre el nido verdadero y un "nido simulado" rodeado de piñas, en setenta y tres ocasiones descendieron sobre el nido simulado, frente a sólo veinte sobre el nido real. En los ensayos de referencia posteriores a los experimentos, cuando se devolvieron las piñas al nido auténtico, de un total de treinta y nueve elecciones sólo tres escogieron el nido simulado, las restantes treinta y tres se decidieron por el verdadero. No cabía duda, pues, de que esas avispas habían aprendido la naturaleza y la posición de los nuevos hitos durante el reconocimiento del lugar.

La hazaña más impresionante fue la de la avispa 179. Tras realizar un reconocimiento del lugar de seis segundos escasos de duración, se marchó sin molestarse siquiera en aterrizar una sola vez. Cuando de regreso la sometimos a la prueba de desplazamiento, eligió las piñas en doce ocasiones y nunca se aproximó al nido. Restablecida la situación original, aterrizó en seguida en la madriguera y se introdujo en su interior. La 174 y la 177 no igualaron por poco esta marca: ambas estuvieron perfectamente orientadas después de trece segundos ininterrumpidos de reconocimiento del lugar. Todas las demás efectuaron reconocimientos más prolongados o los suspendieron aterrizando en el nido una o varias veces antes de partir. Estas avispas podían haberlo aprendido durante el aterrizaje, no mientras realizaban el reconocimiento del lugar, de modo que sus respuestas eran menos convincentes.

Este resultado, aunque nada inesperado, nos impresionó mu-

chísimo. Ponía de manifiesto que estos minúsculos insectos poseían una asombrosa capacidad para aprender con rapidez, y aún nos admiró más que una avispa, no hallándose del todo orientada, emprendiera un reconocimiento del lugar, como si conociera el efecto de ese comportamiento especializado.

Las avispas efectuaban esos reconocimientos del lugar porque, probablemente, la dilatada permanencia bajo tierra les hacía olvidar el resultado del último reconocimiento. Pero sabían también cómo afrontar las perturbaciones ocasionales, a corto plazo, producidas quizá por una oveja o un ciervo que desplazara los hitos locales. Así las cosas, investigamos la influencia de dos clases de alteración en los reconocimientos del lugar. En los experimentos de tipo A, añadíamos o retirábamos un hito notable antes de que la avispa regresara y restablecíamos la situación original mientras estaba dentro del nido. Tales avispas, si bien encontraban de nuevo la disposición antigua, familiar, al volver a salir realizaban largos reconocimientos del lugar. En los de tipo B, no molestábamos en absoluto a las avispas al entrar, pero efectuábamos cambios similares a los de los experimentos de tipo A antes de que partieran. En este caso, ninguna de las avispas ejecutaba reconocimientos del lugar. Los insectos empleados en los experimentos de tipo A siempre titubeaban al aterrizar. Por tanto, las modificaciones del entorno conocido percibidas a la vuelta desencadenaban un reconocimiento del lugar en la salida siguiente, mientras que idénticas perturbaciones, presentes de hecho en el momento de la partida, no tenían influencia alguna.

Varios experimentos complementarios, bastante incompletos, llamaron nuestra atención sobre otra faceta interesante. Los nuevos hitos añadidos antes del regreso de la avispa y dejados hasta después de su partida, condicionaban la forma del reconocimiento del lugar así como su duración: la avispa sobrevolaba en círculo, una y otra vez, sobre ese hito en particular. Si éste permanecía en el terreno algún tiempo, de modo que la avispa pasara por encima de él varias veces, ya fuese a la ida o a la vuelta, y entonces lo trasladábamos a otro sitio, la avispa procedía a un reconocimiento del lugar más prolongado que antes, aunque no describía rizos extra en torno a él. Es evidente que reconocía el objeto y que simplemente estaba aprendiendo su nueva localización. Hicimos pocos experimentos de este tipo y no fueron del todo concluyentes; ahora bien, sugerían la existencia, en el reconocimiento del lugar, de más cosas que las sospechadas al principio. Tan singular fenómeno merecía, sin duda, una investigación adicional.



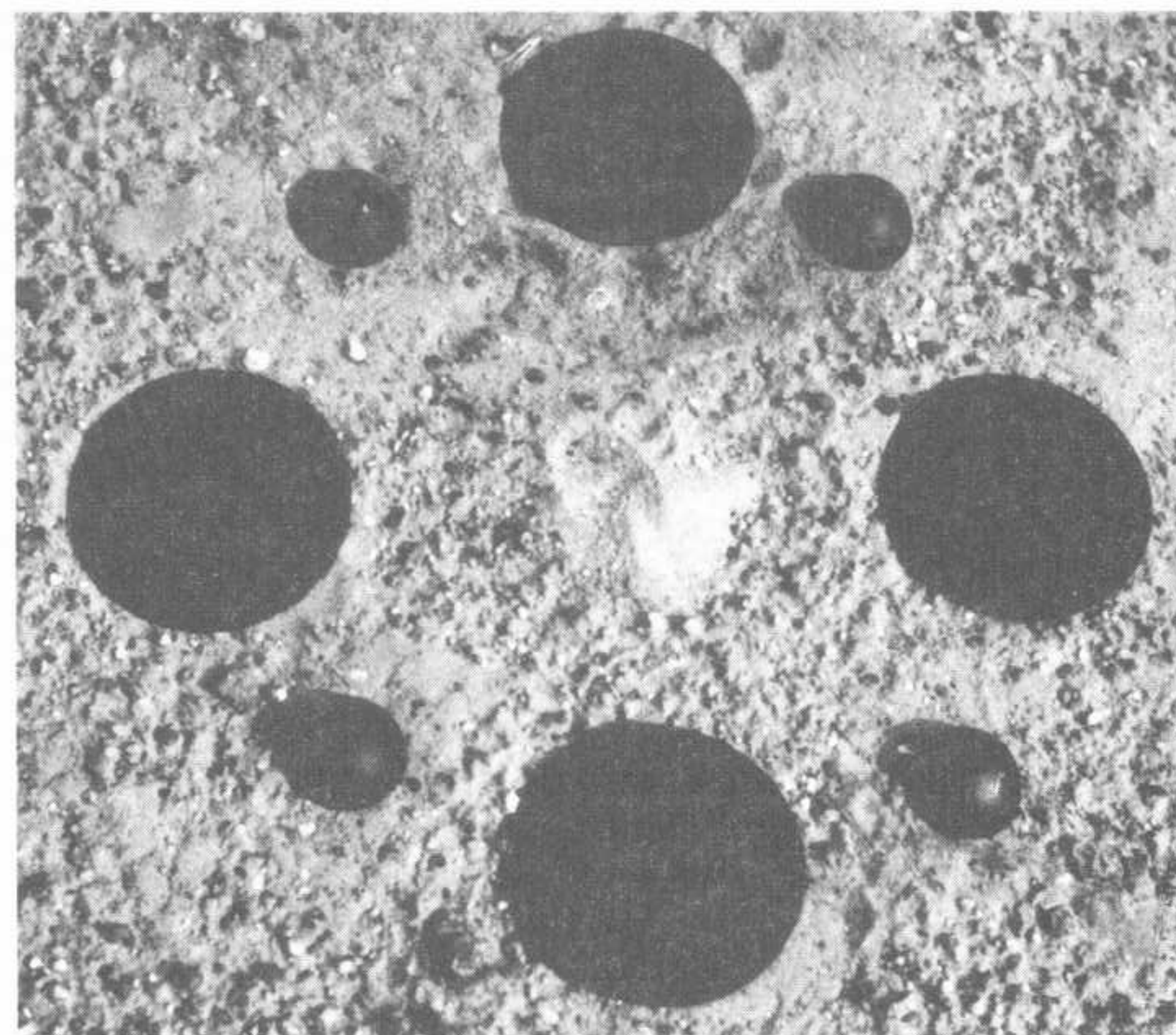
## ¿QUÉ CLASE DE HITOS?

Acto seguido, dirigimos nuestra atención a la naturaleza de los hitos en que se fijaban las avispas. ¿Qué aprendían exactamente? Pasamos varias temporadas estudiándolo, y merece la pena describir los experimentos más sobresalientes.

Descubrimos, en primer lugar, que no todos los objetos tenían el mismo valor para las avispas. En este sentido, la sospecha inicial surgió al intentar adiestrarlas para que se fijaran en recortes de papel de color, de  $7 \times 10$  cm, colocados cerca del nido, como prólogo a un estudio sobre la visión cromática. Resultó prácticamente imposible inducir a las avispas a servirse siquiera de un conjunto de tres de ellos; incluso después de dejarlos allí días y días, rara vez triunfábamos en los mismos sencillos experimentos de desplazamiento que tan bien marcharon con las piñas. La mayoría de las avispas los ignoraban sin más. Sin embargo, los brillantes recortes rojos, amarillos y azules se nos antojaban muy llamativos. A saber por qué, las piñas satisfacían mejor los requisitos de las avispas en cuanto a hitos que los rectángulos de papel.

En colaboración con Kruyt, desarrollé un método para averiguarlo. Disponíamos dos clases de objetos alrededor del nido —por ejemplo, discos planos y piñas—, colocados alternadamente en círculo. Transcurrido aproximadamente un día, desplazábamos el círculo y comprobábamos si la avispa lo usaba. Si lo hacía, entonces colocábamos dos nidos simulados a igual distancia del real, uno a cada lado, y poníamos todos los objetos de una clase circundando uno de tales nidos y todos los de la otra alrededor de su simétrico. Si la avispa se había habituado a un tipo de hito y no al otro, se decantaría por uno de los nidos simulados. Semejante elección preferente no cabía atribuirle a causa alguna que no fuera la diferencia en la actitud de la avispa hacia las dos clases de objetos, dado que había podido ver a ambos con igual frecuencia, su distancia a la boca del nido era idéntica y la rodeaban por completo: en pocas palabras, eran absolutamente equiparables.

En esta línea, dimos en comparar objetos planos con macizos, oscuros con claros, cosas que contrastaran con el color del fondo respecto a cosas que hacían juego con él, grandes con pequeñas, próximas con lejanas, etc. Cada experimento, claro está, había que realizarlo con muchas avispas, y cada una de ellas tenía que repetir la elección varias veces para así nosotros estar seguros de que era



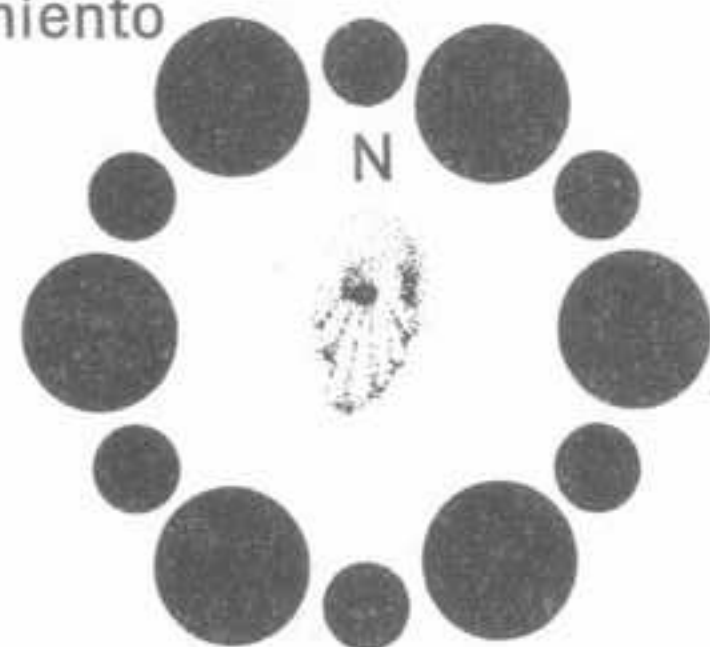
Experimento para estudiar la preferencia por el tipo de hitos. Exponíamos la avispa a discos planos, grandes y esferas macizas, dispuestas a modo de hitos alrededor del nido real. Luego separábamos las dos clases de hitos, ordenándolos alrededor de nidos simulados, uno a cada lado del nido real (pág. siguiente). En este caso, la avispa aterrizaba siempre en el centro de las esferas macizas, lo que indica que éstas eran los hitos más significativos.

estable en sus preferencias. Todo esto nos mantuvo ocupados mucho tiempo, pero los resultados compensaron con creces los inconvenientes, pues las avispas demostraron clara preferencia por hitos distintos de los nuestros.

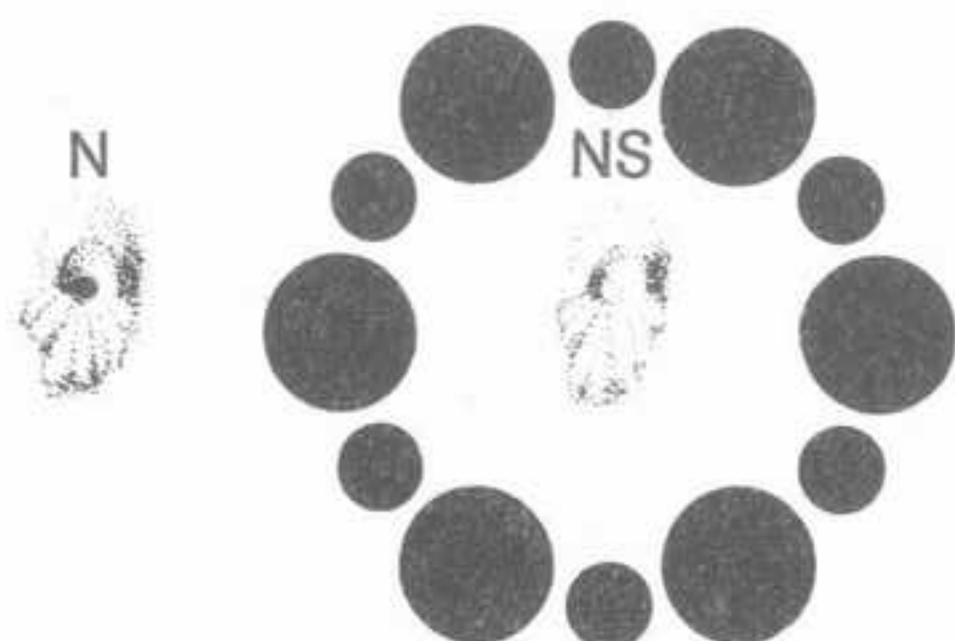
Cuando les presentábamos discos planos y semiesferas de igual diámetro, los insectos siempre se decidían por estas últimas (cuarenta y tres elecciones contra dos). Y ello no se debía a la mayor superficie de las semiesferas, pues haciendo experimentos análogos con discos de tamaño muy superior (10 cm de diámetro, mientras las semiesferas tenían sólo 4 cm), las posibilidades eran todavía de setenta y tres a favor de las semiesferas frente a diecinueve a favor de los discos.



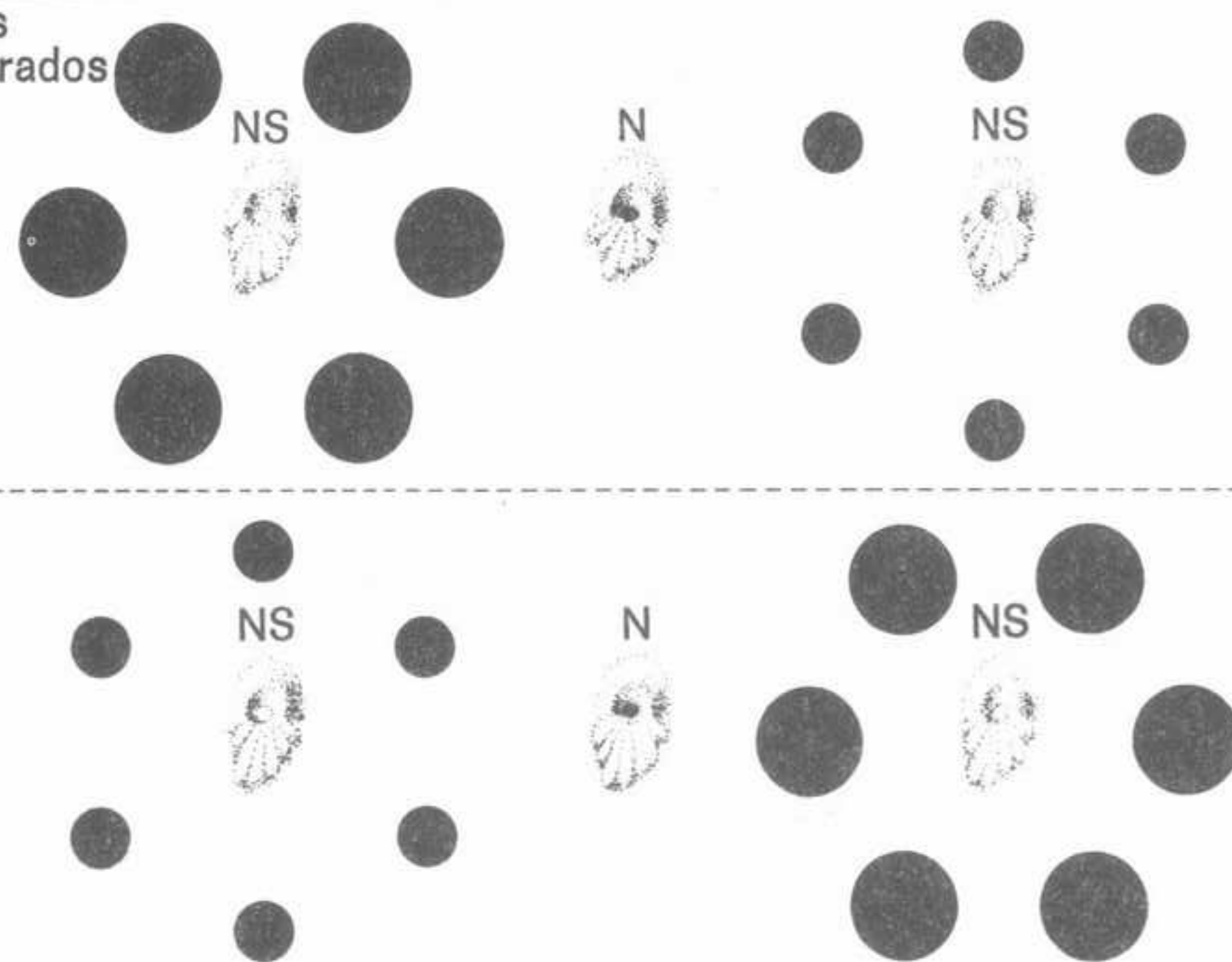
Situación de adiestramiento



Primera comprobación



Hitos separados



N: nido real

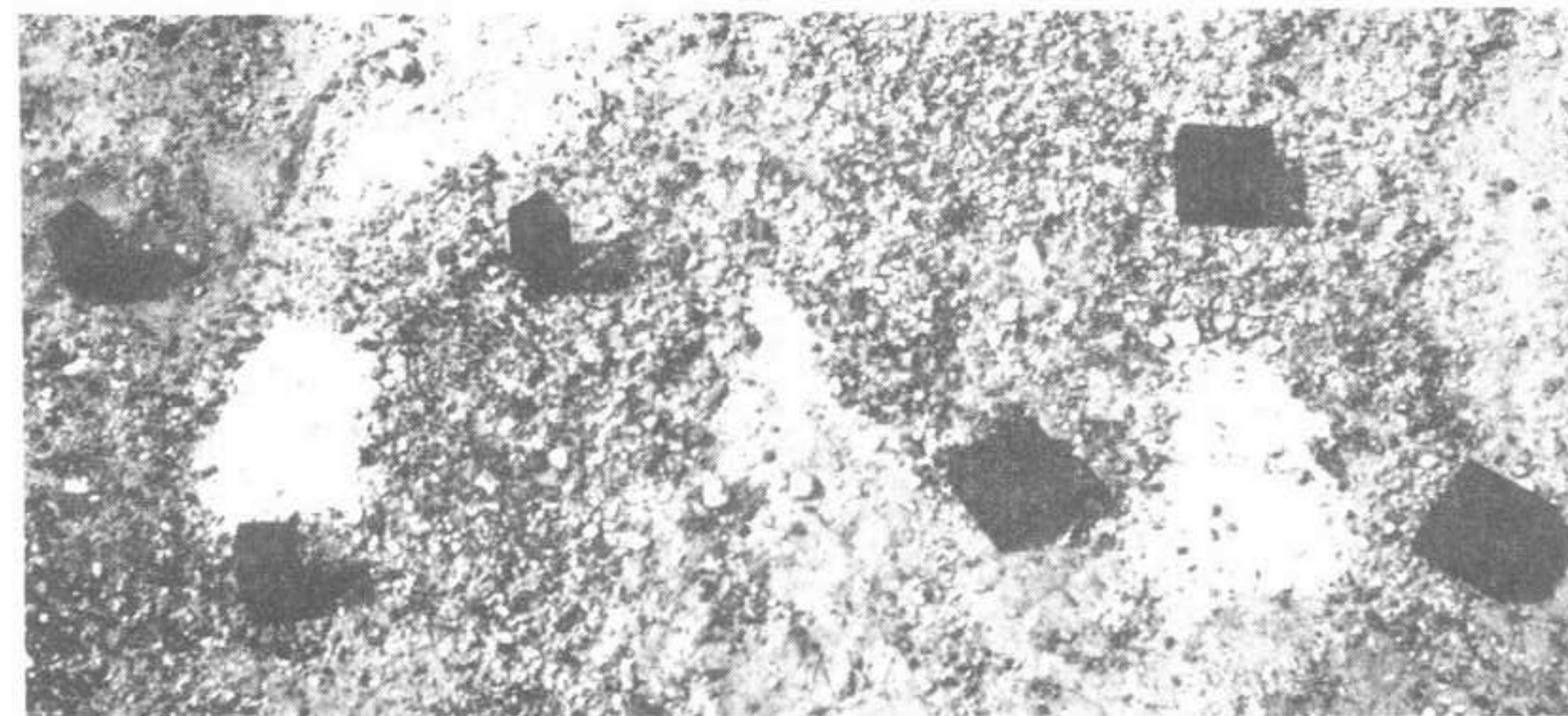
NS: nido simulado

En otra serie de experimentos, descubrimos que la atracción que ejercían las semiesferas no era por su configuración, ni porque presentaran claroscuros muy contrastados, ni siquiera porque fueran tridimensionales, sino por sobresalir del suelo. El experimento crítico a este respecto consistió en ofrecer piñas huecas, la mitad de pie en el suelo, asentadas sobre su base, la otra mitad clavadas al revés en el terreno. Ambas eran tridimensionales, pero unas se proyectaban sobre aquél, mientras que las otras formaban hoyos. Las piñas erguidas eran casi siempre las preferidas (ciento ocho contra veintiuno).

La predilección por objetos que sobresalieran del suelo era una de las razones de que prefirieran las piñas. Otra, que las piñas ofrecían una accidentada pauta de luces y sombras, y aún residía una tercera en el hecho de que tuvieran una superficie discontinua, no lisa: en resumen, los objetos abollados les resultaban más atractivos que los lisos. Otros investigadores habían hecho descubrimientos similares en las abejas, y buena parte de ello está relacionado probablemente con la organización del ojo compuesto de los insectos.

Averiguamos, además, que, para ellas, los objetos grandes eran mejores que los pequeños; que a éstos les seguían los mismos situados a mayor distancia del nido, que preferían los objetos con diferencias tonales respecto del fondo a los que armonizaban con aquél; y los ofrecidos en períodos críticos (como el comienzo de la

Otro experimento con hitos: ofrecíamos tacos pequeños, pero altos, frente a otros de mayor tamaño y más bajos. La avispa se dirigía, por lo común, a los hitos más altos.





excavación de un nuevo nido, o inmediatamente después de una temporada lluviosa) prevalecían frente a los presentados una vez la avispa se había hecho una idea de su entorno.

Mientras realizábamos estos experimentos, a menudo nos sorprendió que las avispas escogieran con tanta facilidad un nido simulado, dado que el círculo ofrecido contenía sólo la mitad de los objetos con los que había sido adiestrada. No nos hubiera extrañado si las avispas, simplemente, hubiesen ignorado las marcas "más débiles", pero no era éste el caso. Si en nuestro experimento tipo con discos planos y semiesferas, ofrecíamos sólo discos, las avispas, ante una elección entre los discos y el nido original sin discos ni semiesferas, optaban de ordinario por los discos. Por consiguiente, no los habían ignorado del todo; eran marcas en potencia, aunque con un valor inferior a las semiesferas. Una vez supimos esto, hallamos que con un poco de perseverancia podíamos adiestrar a las avispas a nuestros recortes de papeles de color, planos; ahora bien, se necesitó tiempo.

## UN PASO ADELANTE

Que las avispas aceptaran esos círculos con sólo la mitad de los objetos que acostumbraban ver, indicaba su respuesta a la disposición circular del conjunto, así como a las propiedades de las marcas individuales. Esto planteó el interesante problema de los "estímulos de configuración", y parecía ofrecer excelentes oportunidades para experimentar. Empezó esta tarea Van Beusekom, quien, con varios ingeniosos experimentos, demostró que la avispa reaccionaba realmente a una complejísima situación estimuladora.

De entrada, confirmó que las avispas podían reconocer sin dificultades las marcas del tipo de las piñas de pino. Adiestró avispas al ya clásico círculo de piñas y luego les dio a elegir entre aquéllas y una disposición análoga de tarugos lisos del tamaño de las piñas. Las avispas se inclinaban con preferencia a favor de las piñas, lo que denotaba su reacción a detalles que distinguían las dos clases de marcas.

Acto seguido adiestró a varias avispas a un círculo de dieciséis piñas y las sometió a dos tipos de experimento. En el tipo A, la avispa tenía que escoger entre dos conjuntos de dieciséis piñas, uno dispuesto en círculo y el otro con una configuración distinta, como un cuadrado, un triángulo o una elipse. Encontró que, de no ser la

figura muy similar a un círculo, las avispas podían desecharla y aterrizar en el círculo. En esos experimentos las piñas individuales no contaban; podía emplear las piñas originales para construir un círculo, un cuadrado o bien un triángulo. Las avispas elegían la figura circular, no las piñas utilizadas durante el adiestramiento.

En los experimentos de tipo B, después del adiestramiento de rigor a un círculo de dieciséis piñas, ofrecía el mismo número en una disposición no circular frente a ocho o incluso menos ordenadas en círculo no muy perfecto y descubrió que las avispas preferían la configuración circular a pesar del menor número de piñas. Fue incluso más allá ofreciéndoles un círculo de elementos radicalmente distintos: tarugos cuadrados, por ejemplo, que las avispas podían distinguir de las piñas, según habían demostrado otros experimentos. Si se les presentaba el círculo en cuestión frente a piñas ordenadas de otra forma, se decidían por el círculo. De tal manera, quedaba demostrado por diferentes métodos que las avispas respondían no sólo a las señales individuales (como los experimentos de elección de Kruyt y de quien esto escribe habían probado), sino también al círculo como unidad.

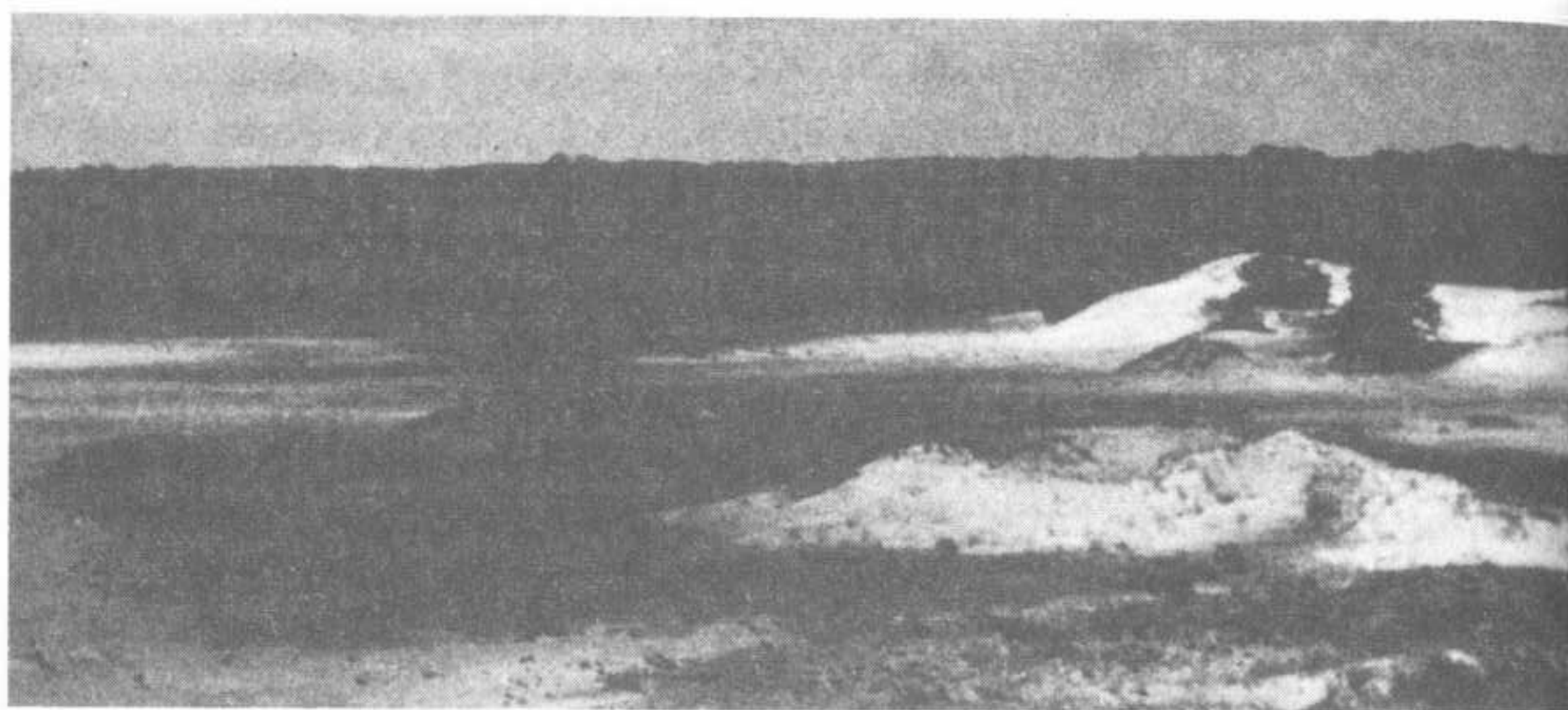
## HITOS MÁS LEJANOS

Y, sin embargo, todos estos experimentos, aunque fuente de valiosa información acerca de cómo nuestras avispas percibían su medio ambiente, tenían una limitación común: únicamente nos enseñaban el comportamiento de las avispas en la última etapa de su viaje a casa. Teníamos fundadísimas sospechas de que las avispas no veían las piñas hasta que estaban a escasos metros del nido. ¿Cómo se las ingeniaban para alcanzar este punto?

Si bien nos dábamos cuenta de tales limitaciones, nos resultaba muy difícil ampliar los experimentos. A pesar de ello, hicimos algunos intentos. Más de una vez desplazamos pinos pequeños en desarrollo a varios metros de los nidos bajo observación. En muchos casos, las avispas se mostraron confundidas y trataron de encontrar el nido en la posición correcta respecto del árbol desplazado. La exactitud de la orientación frente a dichos hitos, relativamente distantes, era asombrosa.

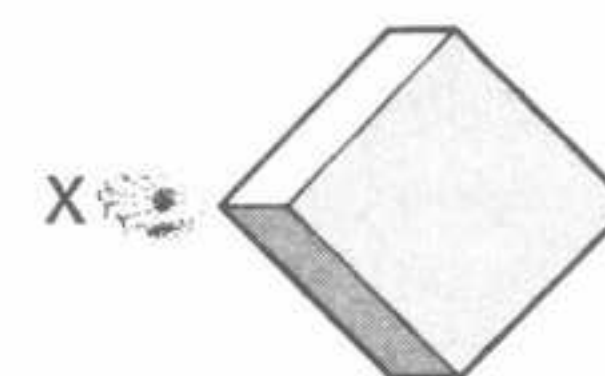
Empleábamos los hitos grandes de este tipo de una manera algo distinta de cómo hacíamos con las piñas. Primero, servían aun cuando estuvieran comparativamente lejos del nido. Segundo, se





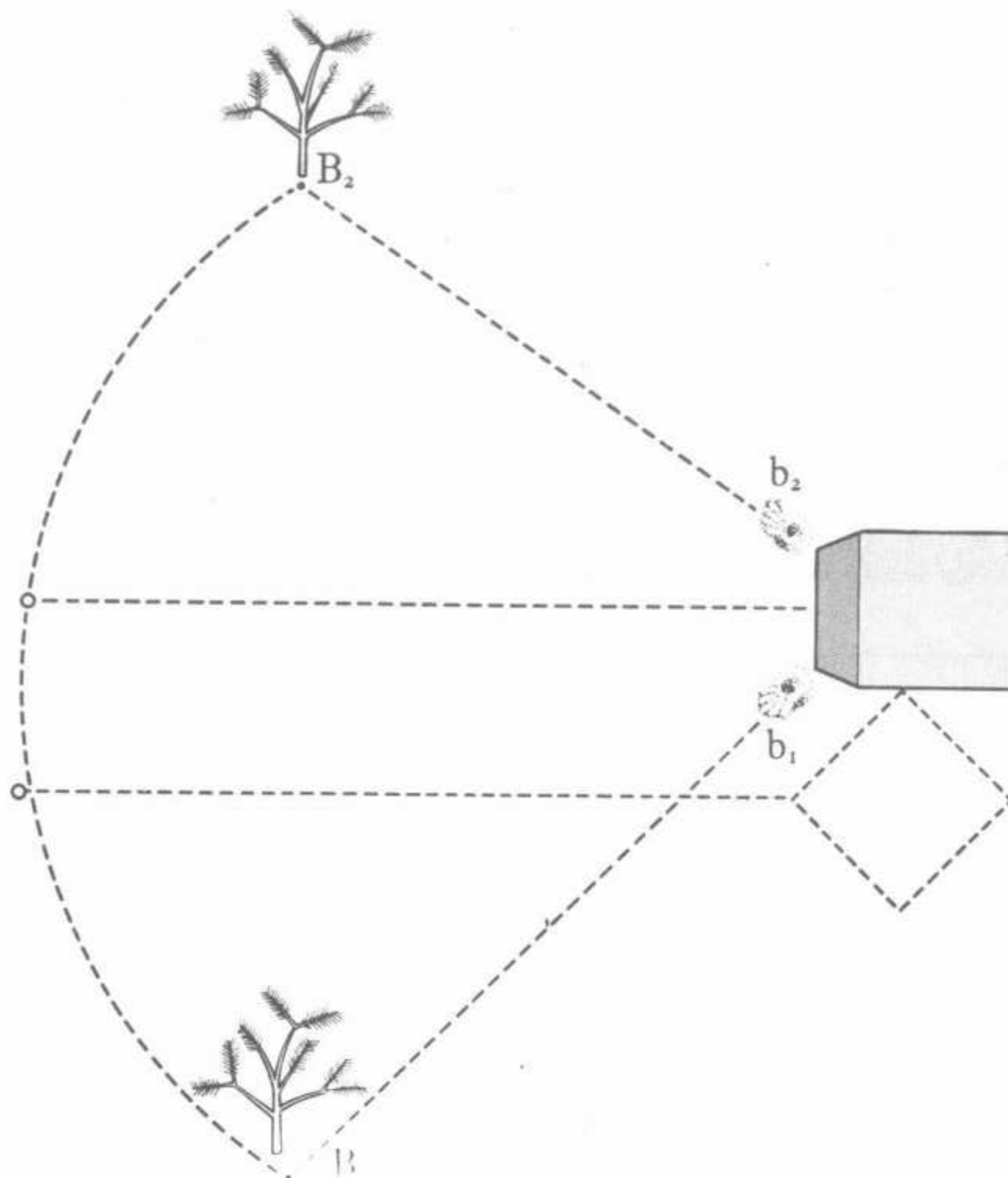
podían desplazar a mayores distancias que las piñas. Un círculo de piñas dejaba de atraer a la avispa si lo trasladábamos más allá de un par de metros, pero un pino, o incluso una rama de un metro de alto, podía desviar a las avispas aunque lo mudáramos más de ocho metros. En muchos de nuestros experimentos iniciales observamos, además, que las avispas, al encontrar cambiado el entorno inmediato del nido, retrocedían, volaban alrededor de un pino o un montículo de arena, quizá a setenta metros de distancia, y se aproximaban de nuevo al nido. Parecía como si estuvieran tomando distancias desde estos grandes hitos.

Van der Linde y otros dedicaron también mucho tiempo y energía a transportar avispas, envueltas en tela opaca, a distancias de hasta un kilómetro en todas las direcciones. Los territorios de caza buenos quedaban al sur y sudeste de la colonia, mientras que en las restantes orientaciones, las llanuras de *Philanthus* estaban rodeadas de yermos arenales o densas plantaciones de coníferas; en consecuencia, cabía suponer que nuestras avispas conocían mejor el sur y sudeste de la región que las otras direcciones —hipótesis confirmada por el hecho de que las avispas siempre partían con rumbo sur o sudeste, y de allí regresaban con abejas. Las avispas desplazadas, cuyo regreso al nido registramos, lo hicieron realmente mucho mejor viniendo del sur y sudeste que de cualquier otra dirección. Por el noroeste, por ejemplo, la mitad de las avispas no consiguieron volver en todo el tiempo que duraron las observaciones. Esto indicaba que les resultaba difícil, cuando no imposible, el retorno desde un lugar desconocido y, por tanto, que era imprescindible algún tipo de aprendizaje, pero no nos decía nada más.



Realizamos este experimento para averiguar cómo las avispas usan una combinación de hitos. Los resultados se comentan en el texto.





Hubo un experimento que nos permitió formarnos una idea de cómo las avispas se servían de combinaciones de hitos. Colocábamos un tarugo cuadrado de madera oscura ( $25 \times 25 \times 3$  cm) junto al nido de una avispa, y a una distancia aproximada de un metro, una rama de pino de un metro de alta. Uno de los cantos del tarugo tocaba la boca del nido. Cuando la avispa se había acostumbrado a esta ordenación, Van Beusekom desplazó el árbol y el tarugo unos veinticinco centímetros; el insecto elegía el tarugo e intentaba destapar su madriguera en X. Con el tarugo girado  $45^\circ$ , la avispa no supo en qué ángulo buscar; lo intentó cinco veces en el a, cuatro en el b y cinco entre ambos.

Más tarde, cuando desplazamos el árbol a la posición B<sub>1</sub>, la avispa escogió siete veces el ángulo b<sub>2</sub> y tres el b<sub>1</sub>; con el árbol en la

posición B<sub>2</sub>, la avispa se dirigió ocho veces a b<sub>1</sub> y escogió el b<sub>2</sub> sólo dos. Las cifras son poco significativas, pero observamos la misma tendencia en varios experimentos: las avispas recurrían a una gama de hitos, bien de forma secuencial, bien simultáneamente.

## EL COMPORTAMIENTO DE CAZA

Mientras desvelábamos, paso a paso, nuevos detalles relativos a la habilidad para volver a casa de las *Philanthus*, se despertó en nosotros un creciente interés por otra faceta de su vida: su increíble maestría para identificar a las abejas entre la multitud de insectos del brezal, muchos de ellos bastante parecidos a aquéllas, como es el caso de varias abejas solitarias y, sobre todo, la mosca zángano (*Eristalis tenax*), especie que se camufla de abeja con tanto éxito que hasta los pájaros las confunden, según se ha probado irrefutablemente con los experimentos de Mostler. Por excelente que sea la vista de la *Philanthus* —harto lo demostraban a diario en los experimentos de orientación—, su agudeza visual no es tan buena y, por supuesto, era imposible que llegara a reconocer los detalles más sutiles de la estructura de la abeja. Así pues, sospechábamos que una avispa cazadora tenía que contar con otros órganos sensoriales. Bien pudiera ser que identificase el tono peculiar del zumbido, como hacemos nosotros y como parecen hacer algunos pájaros cuando capturan zánganos. O que el sentido del olfato tuviera algo que ver. O bien que la *Philanthus* no reconociese las abejas en absoluto, sino que respondiera a las colmenas y atrapase abejas según salían o entraban; en este caso, no tropezaría con otros insectos y no habría lugar para tal cuestión.

Mientras Kruyt y Van Beusekom proseguían su estudio de orientación en los llanos, decidí dedicar una temporada a la observación de las avispas mientras cazaban. Esto era más fácil de decir que de hacer. Tenía, ciertamente, un par de miles de avispas alrededor. Pero un primer reconocimiento puso de manifiesto que practicaban la caza en una superficie muy extensa, algo más de un kilómetro cuadrado. A pesar de las horas y horas de observación en el colmenar más próximo, nunca vi una avispa acercarse a las colmenas; por tanto, era evidente que no cazaban en la entrada de éstas. De modo que decidí abordar el problema de otra forma. Mientras realizábamos los experimentos de orientación, habíamos visto que una avispa podía recuperar una abeja tras haberla perdido. Algunas



se deshacían de la presa si prolongábamos el experimento demasiado tiempo, pero, si entonces lo interrumpíamos y devolvíamos las piñas al nido verdadero, permitiéndole dar con él, la avispa abría e inspeccionaba la madriguera, y volvía por la abeja. También podía darse la circunstancia de que la avispa dejara caer su presa en pleno vuelo, asustada por un repentino movimiento nuestro. Con frecuencia, estas avispas lograban recuperar las abejas —notable hazaña, pues podían haber caído a varios metros del nido entre el musgo pardooscuro, donde eran prácticamente invisibles a nuestra mirada.

La manera de aproximarse la avispa a la abeja perdida era muy ilustrativa. Volaba en derredor de forma irregular, describiendo rizos amplios a escasa altura del suelo. De repente se detenía, se cernía en el aire, y emprendía un insólito avance en zigzag, siempre en dirección a la abeja, aterrizando por último a un par de centímetros de ella. Daba unos pasos hacia la presa, agitando las antenas, y en un santiamén se había hecho con ella.

Ahora bien, nos chocó que las avispas en cuestión se acercaran a la abeja perdida en dirección contraria a la del viento. Era como si, en el vuelo exploratorio, fueran puestas de pronto sobre aviso por el olor de las abejas que el viento arrastraba. Dos sencillos experimentos nos demostraron que eso era lo que en verdad ocurría.

Cuando asustaba a una avispa, haciéndole perder la abeja, y la colocaba acto seguido en un tubo abierto y tapado con una gasa, que enterraba en el suelo de modo que la abeja fuera invisible, pero su olor pudiera escapar, la avispa se acercaba al tubo contra el viento, exactamente igual que cuando la abeja estaba a la vista de todos. Siempre acababa encima de la gasa, pasando y repasando por ella en un frenético esfuerzo por entrar.

Otro experimento, ideado al principio con otro propósito, apuntaba en la misma dirección. Como teníamos razones para sospechar que los órganos olfativos de la avispa estaban localizados en las antenas —esto fue confirmado a posteriori—, en nuestras tentativas por demostrar que la vuelta a casa se hacía mediante la vista, no por el olfato, amputamos dichos órganos a varias avispas y las sometimos a experimentos con hitos. Estas avispas continuaban trabajando en sus madrigueras; emprendían el vuelo y realizaban reconocimientos del lugar, incluso seguían nuestras marcas cuando las desplazábamos; ahora bien, nunca traían a casa una sola presa. Esto nos indujo a pensar que el olfato desempeñaba un papel en la caza.

La siguiente probatura para ver algo acerca del comportamien-

to de caza se hizo partiendo de la base de que sería imposible, o que como mínimo supondría una cantidad de tiempo absolutamente desmedida, ir y observar a las avispas cazar en el campo. Yo había leído en la descripción de Fabre sobre la *Philanthus*, que esta avispa podía ser inducida a capturar abejas en cautividad, en un tarro de vidrio. Lo repetí, disponiendo una avispa con varias abejas vivas en un tarro grande de mermelada. Al principio la avispa intentó huir, luego se posó, se limpió las antenas y frotó patas y alas, pero no manifestó apenas interés por las abejas. De vez en cuando, si una la tocaba por casualidad, se apartaba o, en ocasiones, se daba la vuelta como si estuviera presta a defenderse. Empecé a dudar de llegar a ver algo que mereciera la pena. De pronto, la avispa, tocada de nuevo, se apoderó de la abeja, dio unas vueltas asiéndola, y antes de que yo pudiera colegir qué era lo que estaba ocurriendo, la tenía agujoneada debajo de la "barbilla". La abeja murió en seguida, sus patas se convulsionaron durante unos segundos y luego cesó todo movimiento. Entonces, la *Philanthus* empezó a tratar a su víctima de una manera curiosísima. La presionaba estrechamente contra su cuerpo, de modo que comenzó a fluir néctar por su boca; néctar que lamió hasta la última gota. Acto seguido colocó la abeja en la "posición de transporte" (invertida debajo de ella, sostenida por el par intermedio de patas) y remontó el vuelo, justo para estrellarse contra el vidrio y posarse de nuevo en la mesa.

Repetí la experiencia varias veces y, a la postre, tuve una buena imagen de lo que acontecía. La avispa apresaba una abeja sólo cuando ésta le rozaba las antenas. Rápida como una centella, vol-





teaba a la abeja hasta tenerla de cara y entonces, mientras la desventurada intentaba patéticamente ensartar a su atacante —cosa que rara vez conseguía porque su aguijón resbalaba en la armadura de la avispa—, la *Philanthus*, con precisión infalible, encontraba la barbilla y asestaba su terrible puñalada.

Esta minúscula tragedia me proporcionó otra clave: que al tocar las antenas se desencadenara el comportamiento predador de la avispa con toda su ferocidad, denotaba la participación de algún órgano sensorial localizado en tales apéndices. Pero, cuidado, quienquiera que haya observado las antenas de un insecto con el microscopio, sabe que están cubiertas con miles y miles de diminutas estructuras de índole variada, todas ellas conectadas con ternaciones nerviosas conducentes al nervio antenal primario. Tales estructuras son órganos sensoriales y cumplen diversas funciones. Como mínimo hay unas que son órganos táctiles y olfativos. Realicé otro sencillo experimento para determinar cuál de ellas corría con la responsabilidad del caso presente. Además de abejas, introduje varias moscardas azules y abejorros en el tarro. Aunque estos insectos tocaran las antenas de la avispa, no los capturaba. Sin embargo, esto no era decisivo, pues podía distinguirlos con el tacto. Cogí entonces algunos abejorros pequeños y los sacudí en un tubo de vidrio con abejas vivas, para impregnarlos de olor a abeja. Y para satisfacción mía, vi que mis avispas empezaban a mostrar un inusitado interés por esos abejorros perfumados —maniquíes químicos de las abejas, por así decirlo—, incluso capturaron y ensartaron a uno de ellos. Esto demostraba, cuanto menos, que entraban en juego estímulos químicos, quiérase o no, en las condiciones bastante antinaturales de estos experimentos.

No obstante, continuaba teniendo la sensación de que estas observaciones no iban a llevarme muy lejos. Las avispas que recuperaban abejas perdidas podían muy bien servirse de un método absolutamente distinto del aplicado cuando cazaban (como llegué a descubrir después). Y las avispas del tarro de mermelada no estaban siquiera cazando, ni mucho menos: se avenían a responder cuando la abeja, valga la expresión, se les ponía por montera.

## AL TERRITORIO DE CAZA

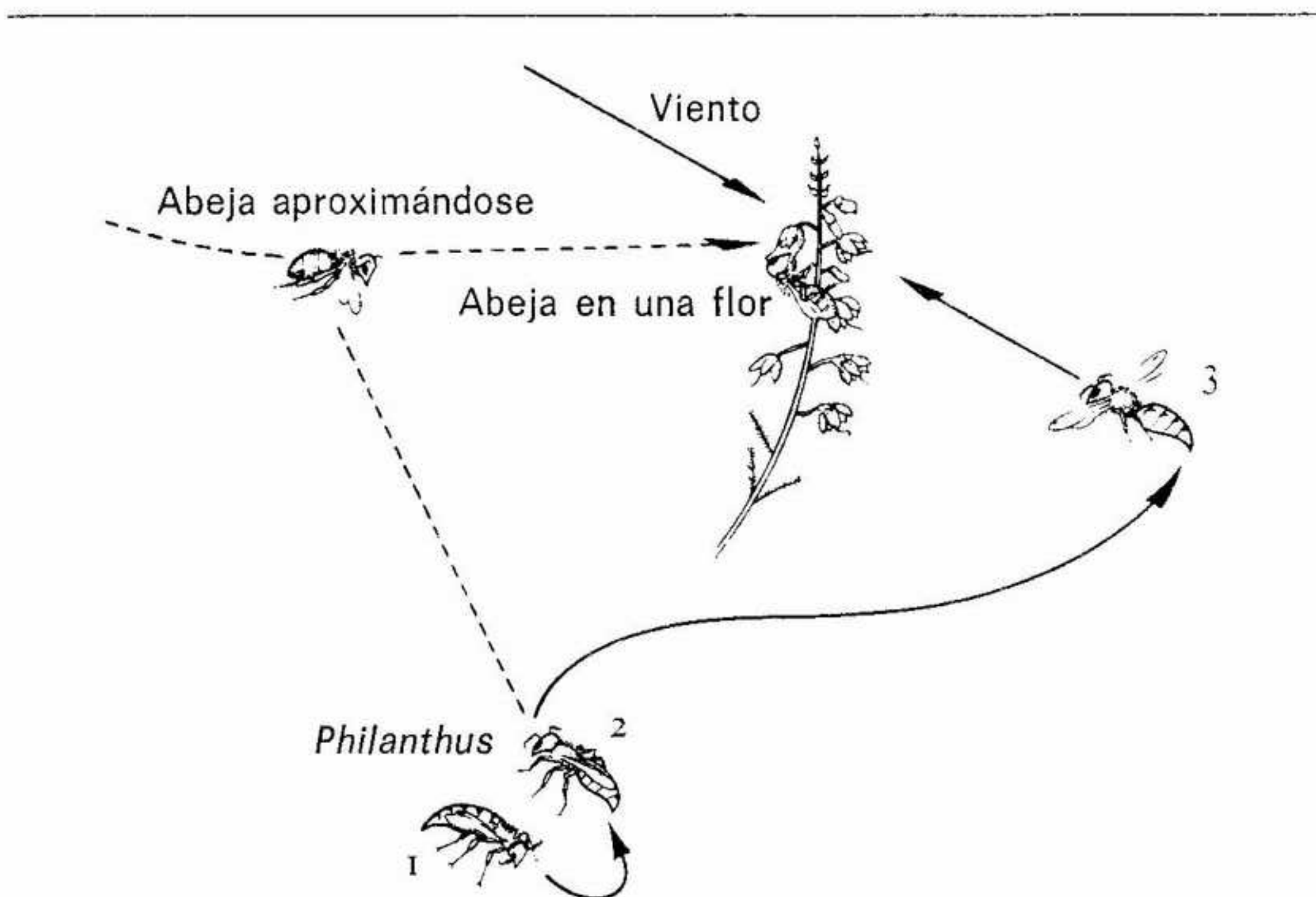
No me quedaba otra opción que ir al territorio de caza. Pero sentarme simplemente en algún punto del vasto brezal y aguardar a

que las avispas capturaran abejas delante de mis narices, se me antojaba empresa bastante ilusa. ¿No podía encontrar un lugar donde fuera probable que se concentraran las avispas? Colegí que el margen del brezal más cercano a la colonia había de ser la mejor zona, en particular con viento del sudeste, cuando las avispas podían sentirse con pocas ganas de volar lejos. Así pues, comencé por pasar un par de días sentado en el margen noroeste del brezal, y, en efecto, tuve la suficiente suerte como para observar el comportamiento de caza completo varias veces.

En diversas ocasiones, vi avispas de un amarillo subido sobre volar el brezal. Unas se alimentaban en las flores de brechina, otras se posaban de vez en cuando en una rama o incluso en el suelo. Pero a veces una avispa volaba, siguiendo lo que parecía una trayectoria de búsqueda, de una planta a otra sin aterrizar. Se cernía unos segundos en el aire, cara a una rama, saltaba a la siguiente y se cernía de nuevo. Algunas veces, pocas, vi a una de esas avispas reaccionar ante una abeja. Si daba en caer a cosa de medio metro de una, giraba de repente para enfilarla, volaba hacia ella y, deteniéndose a varios centímetros de distancia, permanecía inmóvil suspendida en el aire como una mosca cernedora. A continuación, de un brinco súbito, se precipitaba hacia delante y agarraba a la abeja. A partir de ese momento todo se desarrollaba igual que en las observaciones del tarro de mermelada. Se producía un breve forcejeo, durante el cual se perdían entre la maraña del brezo, zumbando furiosamente y dando vueltas y más vueltas; un instante después, la avispa había “cuadrado” a la abeja y la aguijoneaba. Luego la presionaba, lamía el néctar, y al cabo de un minuto, poco más o menos, emprendía el vuelo, hacia el noroeste, de regreso a la colonia.

Era, sin duda, la secuencia completa. En el transcurso de los dos días siguientes observé varias cosas que me dieron una pista para comprender más adelante este proceso. La primera respuesta de la avispa —girarse, sea en vuelo, sea posada, y enfilarse a la abeja— no guardaba relación, en absoluto, con el derrotero del viento. Por tanto, a diferencia de la recuperación de una abeja perdida, esta reacción no podía depender del olor. Pensé que había de ser visual, en particular porque la distancia máxima a que una avispa parecía descubrir una abeja era inferior a medio metro, lo que daba la impresión de concordar con su agudeza visual, situada casi con seguridad en la región de 1°. Esto significaría que un objeto del tamaño de una abeja no podía verlo la avispa a una distancia superior a treinta centímetros. Ahora bien, ¿eran capaces de distinguir una abeja de





Antes de atacar un insecto en vuelo, la *Philanthus* volará por el lado de sotavento para comprobar el olor.

otros insectos de tamaño similar? En seguida advertí que a esa distancia no podían. También se giraban, y hasta volaban, hacia otros insectos; observé respuestas a moscas, abejorros y coleópteros pequeños. Su comportamiento hacia estos insectos me dio un nuevo indicio. Se aproximaban invariablemente a ellos, como hacían con las abejas, y se cernían cerca, pero luego emprendían el vuelo. Y este cernerse siempre acontecía cara al viento, fuera cual fuese el insecto que tuviera enfrente. Se diría que entonces verificaban el olor.

Ahora la confirmación experimental de esta hipótesis no sería difícil, siempre y cuando pudiera atraer bastantes avispas para llevar a cabo una serie de ensayos de suficiente amplitud. Ello se reveló perfectamente posible. Maté algunas abejas y las até a un hilo delgado que colgué entre dos ramitas colocadas verticales en el suelo y distantes medio metro escaso, de forma que las abejas pendían justo delante de unas matas de brecina, y a su socaire. A continuación tomé asiento y aguardé los acontecimientos. Ese primer día pasaron

por delante de mí varias avispas, cazando de planta en planta. Las dos primeras lo hicieron sin mostrar interés por ninguno de mis "maniquíes": impaciente como estaba, ya di en desesperar. Pero en el preciso momento en que una tercera avispa se había acercado a mis "horcas", un soplo de viento hizo que las abejas muertas se movieran: la avispa las vio en seguida y cerniéndose delante de una, se arrojó sobre ella. La aguijoneó y, colgando cabeza abajo, con una de las patas enganchada al hilo, estrujó a su víctima para lamer el néctar. Entonces intentó marcharse, lo que le hizo girar como un acróbata en un trapecio volante. Zumbando sordamente, renovó sus esfuerzos varias veces, y a la postre se dio por vencida.

Ahora sabía cómo organizar mis experimentos futuros. En primer lugar, sujeté un nuevo hilo a una de las ramitas. Tirando suavemente de él, podía conseguir que toda la estructura se balanceara; así descubrí que mi primera observación no había sido una coincidencia: el leve movimiento llamaba la atención de todas las avispas que se acercaban lo suficiente para ver a las abejas. Luego ofrecí maniquíes diversos en lugar de sólo abejas muertas. Mi batería tipo contenía: una abeja recién muerta; una seca; un pedazo seco de brecina del tamaño aproximado de una abeja; una abeja muerta que había conservado cierto tiempo en alcohol y, después en éter, secándola luego para así eliminar todo olor; un bastoncito agitado entre abejas vivas, lo que le había conferido olor a abeja; y, por último, una abeja "desodorizada" y más tarde reimpregnada de olor mediante agitación con abejas vivas. A las abejas vivas quizá no les hizo gracia que las sacudieran, aunque por lo que pude ver, no sufrieron ningún daño grave, y no sentí remordimientos por obligarlas a echarme una mano.

En el transcurso de esta estación conseguí algunos resultados bastante satisfactorios. Hubo muy poca variabilidad en las respuestas del centenar de avispas que visitaron mi exposición. Se produjeron acercamientos y "cernidos" frente a todos los maniquíes por igual. Todos los que olían fueron "capturados"; pero a los bastoncitos impregnados de olor nunca los aguijonearon, y en cambio lo fueron las abejas vueltas a impregnar de olor.

Estos resultados aclaraban el panorama. La respuesta primaria era, a todas luces, visual. Cuando la avispa se cernía comprobaba el olor. Una vez capturada la presa, nuevos estímulos determinaban si sería aguijoneada o no, y para ello, precisaba estímulos táctiles o visuales de los detalles.

La naturaleza de la situación estimuladora visual primaria era



relativamente simple: a cualquier objeto en movimiento, del tamaño aproximado de una abeja, se le prestaba una inspección más detenida. El tamaño podía variar dentro de límites amplios: si los abejorros grandes se hacían acreedores de reconocimiento, lo mismo cabe decir de las moscas pequeñas, la mitad de largas que las abejas.

Recordando que las avispas eran capaces de oler una abeja a varios metros, me asombró que ninguna, yendo de caza, se acercara a mis olorosos maniquíes a una distancia superior al medio metro. Incluso coloqué diez abejas en un tubo abierto, ocultándolo en el brezo: aunque el olor era tan intenso que hasta yo podía percibirlo con facilidad a medio metro, ninguna avispa se dignó hacerles caso. La diferencia con el comportamiento predador era en verdad llamativa. Es evidente que todas esas avispas cazadoras estaban "programadas" para un estímulo visual, y que sólo después de recibido, lo estaban para responder al olor. Esto me impresionó mucho, tan concluyentes eran los resultados. Y, sin embargo, me parecía enteramente incomprensible. Más adelante iba a descubrir que ésta es una característica bastante común de las cadenas de comportamientos instintivos —lo cual, dicho sea de paso, no facilita comprenderlos, aunque pone de relieve que estamos tratando con un fenómeno general.

Se podía repetir este mismo experimento del tubo con abejas vivas, de modo que, aparte el olor, cabía percibir el zumbido a cierta distancia. Lo realicé un par de veces, pero, como antes, no reaccionó ninguna avispa; a decir verdad, no creo que puedan oír lo más mínimo.

Antes de que concluyera la estación, clarifiqué mi último punto: cuando la avispa percibía el olor y decidía saltar, ¿qué estímulo guiaba dicho asalto? Este movimiento instantáneo, su infalible precisión, parecían muy ajenos a la vacilante y desgarrada aproximación de una avispa en actitud predadora, y se hacía difícil imaginar el olor guiando el brinco: era casi seguro que el insecto confiaba en la vista. De modo que les preparé una combinación un poco más embrollada: dispuse un bastoncito oloroso a un par de centímetros, por el lado de donde soplabla el viento, de uno no oloroso. Las avispas se acercaban a los bastoncitos, se cernían en el aire como de costumbre, y entonces saltaban. Ahora bien, nunca apresaban el oloroso: siempre cogían el otro, que era el que tenían más próximo. Se acabaron las dudas, esto significaba que, si bien el salto era desencadenado por el olor, lo guiaba la visión de la presa.

## UN LUGAR PARA MÁS TRABAJOS

El resultado de estos experimentos nos dio mucho que pensar. Por ejemplo, el hecho de que las avispas se cernieran siempre a unos siete a diez centímetros de la presa, con poquísima variación, indicaba que debían de tener alguna forma bastante precisa de medir distancias. Y tenían que ser capaces de apreciar la diferencia, al menos en cuanto al tamaño, entre una abeja y, pongamos por caso, un abejorro grande. Sin embargo, jamás aprendieron a distinguir de visu una presa anormal o un maniquí, pues seguían reaccionando a mis modelos, incluso a los singularmente grandes que de vez en cuando utilizaba. Esto entraba en flagrante contradicción con aquella capacidad, en verdad pasmosa, para reconocer hitos, que describimos en los experimentos de localización de nido. No podíamos sino aceptar que, en determinadas ocasiones, las avispas estaban "programadas" para aprender ciertas cosas, mientras que en otras, no lo estaban.

Así las cosas, de nuevo nos enfrentábamos con cierta rigidez de comportamiento, con ciertas limitaciones a lo que las avispas podían hacer o aprender a hacer en un momento dado. Con todo, en otros aspectos descubrimos una flexibilidad casi increíble. Por ejemplo, los movimientos que realizaba la avispa cuando daba la vuelta a una abeja hasta tenerla en la posición correcta para agujonearla, eran muy variables; claro, habían de serlo, dado que tenían que contrarrestar los violentos e imprevisibles movimientos de las abejas.

Por supuesto, esa misma falta de flexibilidad en tantas facetas de su comportamiento mantenía nuestra fe en la validez final de este tipo de investigaciones. El fundamento de tal fe parece radicar en que las limitaciones del comportamiento de un animal cobran progresiva notoriedad cuanto más sabemos. Esas limitaciones pueden no ser siempre obvias, por más que sean reales. A título de ejemplo: una avispa nunca barrerá arena empujándola hacia delante o valiéndose de sus mandíbulas, aunque podría hacerlo sin dificultad por lo que respecta a su dotación muscular. Pero cuando ha de transportar un guijarro pequeño, siempre intentará asirlo con las mandíbulas y nunca, por ejemplo, lo empujará con el cuerpo.

Nos había llevado cinco veranos elaborar este cuadro de la vida de las matadoras de abejas —estoy de acuerdo, es mucho tiempo. No obstante, este tipo de trabajo siempre progresa despa-



cio, con reveses ocasionados por el mal tiempo, falta de control sobre los animales que viven en la naturaleza, y tantos otros obstáculos inherentes al trabajo de campo. A pesar de todo, habría sido absolutamente imposible llevarlo a cabo en el laboratorio; o se hacía en el campo o no se hacía. Y tuvo sus compensaciones. Una fue la oportunidad que a menudo se presenta al investigador de campo de seguir la pauta íntegra de comportamiento de una especie. Así, Van Beusekom pudo ampliar sus pesquisas a una investigación del comportamiento alimentario de la avispa: sus respuestas a las flores, a su olor y sus colores. Esto por sí solo constituye una historia fascinante, pero no nos ocuparemos de ello aquí.

Al final del decenio de 1930 empezaron a declinar las avispas. Poco a poco se hizo evidente que la *Philanthus*, especie de ordinario rara en la Europa occidental, había aumentado enormemente sus efectivos en las postrimerías del decenio de 1920. Nuestra atención se centró en ella durante los años del apogeo, en torno a 1930, y su abundancia nos indujo a este estudio experimental. Cuando la población comenzó a menguar a partir de 1935, en seguida llegamos a un punto en que ya no fue posible realizar experimentos en gran escala. De modo que nos dedicamos a otros animales. Por entonces habíamos descubierto tantas posibilidades de nuevas investigaciones que decidí mantener Hulshorst como terreno de prácticas para mis estudiantes. Jamás tuvimos que lamentar semejante determinación.

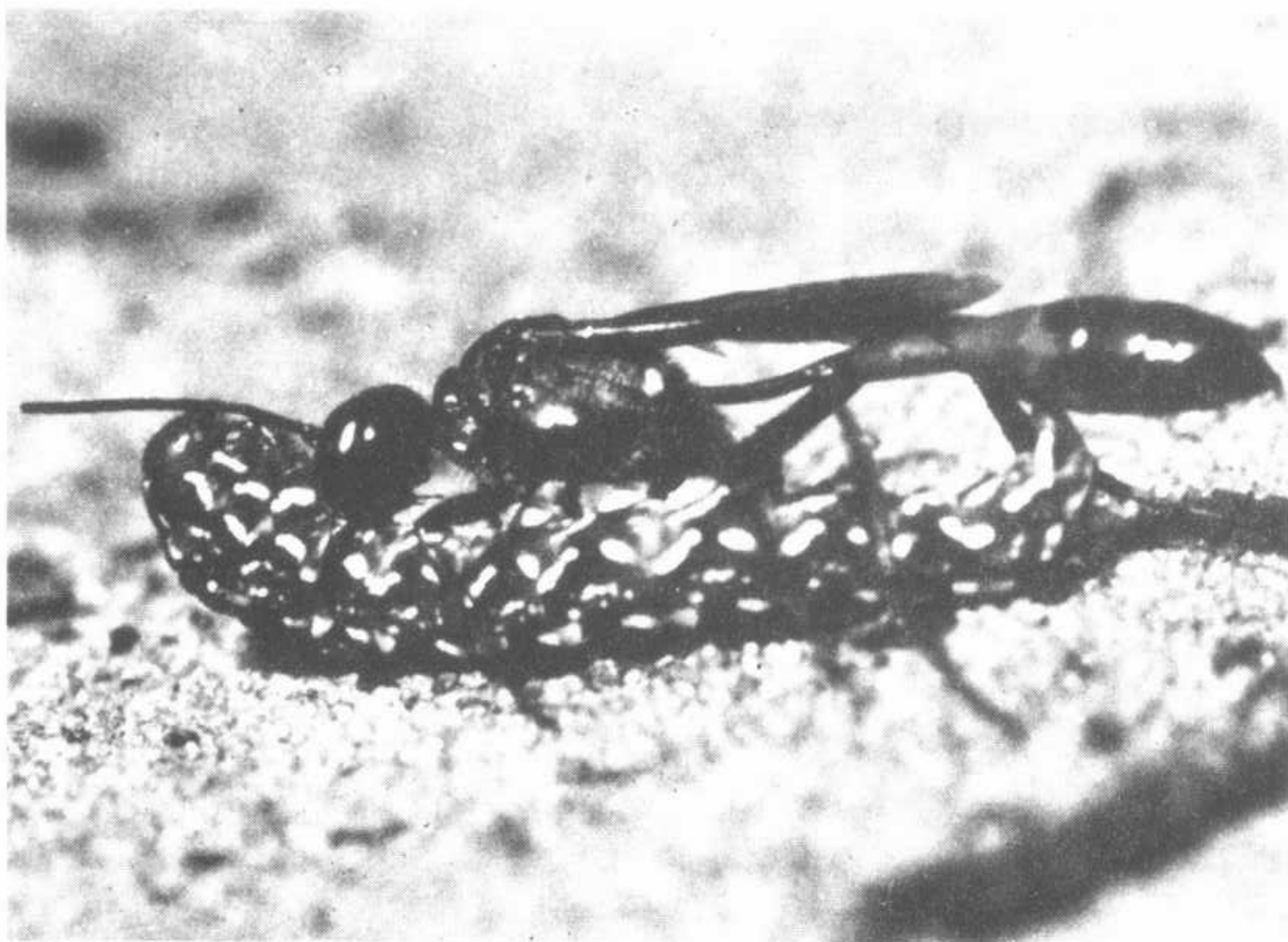
### III. LAS AVISPAS DE LA ARENA

Los arenales de la Holanda central, formados en la época glaciaria, donde estudiábamos a las matadoras de abejas, se salían bastante de lo que era norma en ellos. Antes de que el hombre comenzara a valerse de esos suelos pobres, disponiendo las plantaciones de coníferas que se ven hoy día, los brezales ocupaban extensiones enormes. Aquí y allá, en estas llanuras de suaves ondulaciones, el hombre se estableció en aldeas de casas bajas, con techo de paja, edificadas en torno a un prado comunal y una iglesieta, y disimuladas al amparo de arboledas. Circundan estas aldeas, cinturones de tierras de labor donde se cultivaban patatas, centeno, avena y alforfón, protegidos por densos setos de las incursiones de los corzos, ciervos y jabalíes. Y en alguna parte de la faja de labor, situado en un lugar muy visible, un molino de viento.

Existía una buena cabaña ovina; los rebaños, guardados por un pastor, salían todas las mañanas al brezal. Salvando alguna que otra charca cobijada en una depresión somera, donde la vegetación verde y las flores de brillantes colores rompían la monotonía del brezal, el tapiz de brecina ofrecía un deslustrado color pardusco durante la mayor parte del año. Sólo en agosto viraba a un precioso púrpura, y entonces millones de insectos de todo tipo se alimentaban afanosamente de su agradable néctar.

La región cambió con las plantaciones de pino albar. En seguida se convirtieron en grandes y bastante sosas masas de árboles altos, que arrojaban millones de semillas a su alrededor, de modo que en las zonas más favorables brotaron grupos dispersos de pinos espontáneos: hermosos árboles retorcidos, de amplias copas, bastante inútiles pero muy atractivos.





*Ammophila* con una de sus presas habituales, una oruga de *Anarti myrtilli*.

La *Ammophila* es activa sólo durante un breve período del año. Las pupas permanecen en estado latente desde finales de verano hasta junio del año siguiente.

| Septiembre   | Octubre               | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero |
|--------------|-----------------------|-----------|-----------|-------|---------|
|              |                       |           |           |       |         |
| Oruga comida | Entra en fase de pupa |           |           |       |         |

Para prevenir la propagación de incendios, ahora mucho más peligrosos a causa de las plantaciones, se abrieron cortafuegos —fajas de terreno desprovistas de vegetación. Los suelos rasos así expuestos ofrecían buen cobijo a muchísimos insectos excavadores. Entre ellos destaca una avispa excavadora, llamada *Ammophila*, una de las matadoras de orugas que habían adquirido celebridad desde que Fabre describió cómo paralizan a sus víctimas agujoneando los centros nerviosos del cuerpo de la larva.

### LA AMMOPHILA, LA AVISPA DE LA ARENA

Estas avispas ofrecen un aspecto muy distinto del de la *Philanthus*. Son largas y delgadas, negras, con una zona roja en la base del abdomen. Las hembras excavan madrigueras poco profundas, constituidas por un pozo estrecho, vertical, que se abre en una cámara a cuatro o cinco centímetros por debajo de la superficie, donde almacenan las orugas que constituyen el alimento a sus larvas. En una de tales orugas, la primera en ser introducida, pone la avispa sus huevos. Las larvas se alimentarán de las orugas, luego entrarán en fase de crisálida y permanecerán en estado latente, dentro del nido, todo el invierno. Las avispas salen al verano siguiente, y durante junio, julio y agosto, muchas vagarán por el brezal —los ma-

| Marzo | Abril | Mayo | Junio            | Julio | Agosto                        |
|-------|-------|------|------------------|-------|-------------------------------|
|       |       |      |                  |       |                               |
|       |       |      | Emerge la avispa |       | El huevo depositado eclosiona |



chos, libres de preocupaciones, viven del néctar; las hembras excavan, cazan y ponen huevos.

Desde el comienzo mismo de nuestras investigaciones acerca de la vuelta a casa de la *Philanthus*, comprendimos la necesidad de estudiar también la orientación de la *Ammophila*. El empleo de hitos, tan sencillo para una avispa que vive en un hábitat raso, descubierto, que lleva volando su presa a casa, podía plantear problemas a una criatura como la *Ammophila*, que vive en medio de un brezal alto hasta la rodilla, con pocos hitos notables, arrastrando plúmbeas presas por el suelo, bajo los arbustos. Cabía la absoluta posibilidad de que la *Ammophila* hubiera de recurrir a distinto método de orientación.

Un accidente nos hizo cambiar de ruta hacia la *Ammophila* antes de haber acabado con la *Philanthus*. En nuestros campamentos de verano habíamos desarrollado lo que llamábamos el "sistema del esclavo": jóvenes estudiantes voluntarios se nos unían durante las prolongadas vacaciones y nos ayudaban en el trabajo de campo de los graduados, adquiriendo así experiencia a la par que realizaban una tarea útil. Un verano, Van Beusekom, por entonces enfrascado en la investigación sobre la *Philanthus* antes descrita, cayó enfermo y hubo de retirarse por el resto de la temporada. Ya habían llegado dos "esclavos", y con muchas ganas de ponerse a trabajar. Examinando planes de emergencia, manifestaron un ilusionado deseo de abordar el problema de la *Ammophila*. Así fue cómo G. P. Baerends y J. van Roon (ahora señora Baerends) empezaron un estudio cuyos resultados llegarían a componer, en el transcurso de siete estíos, una historia maravillosa, apasionante, única en muchos aspectos. Mi orgullo en este asunto se mezcla con una buena dosis de perplejidad, pues no obstante mi preocupación por el tema de la vuelta a casa, los Baerends siguieron su propia trayectoria y estudiaron varios aspectos más de la vida de las avispas de la arena, de las cuales descubrieron muchos extremos notabilísimos.

Comenzaron por pasarse varios días de sol en una vereda despejada que atravesaba el brezal, de la que seleccionaron un tramo de unos doce metros, donde había muchas avispas atareadas en sus cometidos. La especie encontrada era la menor de las dos más corrientes, *Ammophila campestris* Jur., como entonces se llamaba. Se eligió ésta porque, aun siendo mucho más difícil de observar que su hermana mayor, la *A. sabulosa*, nidifica en grupos.

Hasta que no pudieron identificar varias avispas, sólo lograron observar fragmentos discontinuos de comportamiento. Éstos tenían,



no obstante, suficiente interés de por sí. Se pudo ver que algunas avispas siempre estaban excavando en los nidos, operación que efectuaban con dos "herramientas". Sus fuertes y afiladas mandíbulas mordían el duro suelo arenoso. Cuando habían logrado desprender la arena, la rastrillaban hacia atrás mediante movimientos de traspalar ejecutados con las patas anteriores, portadoras de una especie de escoba de quetas rígidas. A diferencia de la *Philanthus*, estas avispas no abandonan la arena removida en torno al nido,



sino que la recogen "debajo de la barbilla", doblando la cabeza sobre el tórax, y se la llevan volando, dejándola caer a pocos centímetros de distancia. Por tanto, la arena nunca se amontona junto a la boca del nido y, por esta razón, siempre resulta difícilísimo dar con él.

Con buen tiempo, la excavación de una madriguera exige unos cuarenta y cinco minutos. A medida que el nido adquiere profundidad, el cuerpo de la avispa se pierde cada vez más en él hasta quedar cabeza abajo y sólo muestra el extremo del abdomen. Cuando el pozo llega a estas dimensiones, excava una cámara que proporciona el suficiente espacio para la larva y varias orugas. Y si bien dicha cámara es lo bastante grande como para que la avispa pueda darse la vuelta, por regla general saca la "cola" primero cada vez que entra de cabeza, y viceversa.

Cuando lo tiene acabado, "cierra la puerta", es decir, recoge guijarros chiquitos o trozos de madera de las proximidades y los empuja hacia el pozo. Si el nido está vacío, la avispa lo cierra sólo, provisionalmente, cuando sale; se vale de pedazos de madera, guijarros o partículas de tierra, y hay que reconocerlo por la ligera depresión de la superficie. Cuando contiene algo —un huevo o una larva—, la hembra mete arena entre los guijarros y la rastrilla, de manera que la boca queda completamente oculta a la vista.

Durante el día, las avispas regresan a menudo con orugas, que pueden ser tan grandes como la propia avispa y tienen que arrastrarlas hasta el nido. Con cargas más livianas, las avispas vuelan a cortas distancias, pero rara vez a más de un par de metros de una tirada.

Una avispa con su presa a cuestas parecía conocer paso por paso adónde ir. Saliendo del brezo solía avanzar en línea recta por la vereda, se detenía, depositaba la oruga en tierra y, sin que se percibiera vacilación alguna, comenzaba a traspalar arena. De cada diez casos, en nueve era patente que la avispa había abordado el punto justo. Al palear ponía rápidamente al descubierto los guijarros, que luego recogería uno por uno, y en breve tiempo la puerta quedaba abierta. Más adelante veremos cómo se las arreglaban las avispas para localizar los nidos con tanta precisión.

Una vez abierto el nido, la avispa se introducía en él. Con frecuencia, ante todo limpiaba la arena que pudiera haber caído mientras removía los guijarros. A continuación se daba la vuelta hasta que el extremo del abdomen quedara situado justo encima de la boca del nido y, asiendo la presa con las mandíbulas, tiraba de ella

hacia la cámara. Al cabo de un rato, salía de nuevo y cerraba la entrada antes de ponerse en camino una vez más.

No les llevó mucho tiempo a los Baerends observar estos y otros muchos detalles del comportamiento de las avispas. Pero a partir de esos fragmentos sueltos, no se podía componer la secuencia completa de acontecimientos según ocurrían en la vida de cada avispa. Resultaba prácticamente imposible seguir a uno de aquellos diminutos seres durante más de una hora, en el mejor de los casos, pues cuando abandonaban el emplazamiento del nido, se perdían de inmediato entre la densa vegetación arbustiva, donde desaparecían de la vista en un santiamén. Ante semejante panorama, lo primero que hicieron fue marcar varias avispas con colores que podían identificar siempre que las veían: minúsculos puntitos de pintura de secado rápido cumplieron este cometido. Además, señalizaban cada nido hallado clavando un alambre delgado en la arena a unos dos centímetros de su boca. El alambre estaba doblado en forma de J invertida, con el extremo libre 4 cm por encima del nido.

## LA MONOTONÍA DIARIA

Los Baerends empezaron entonces a llevar un registro de lo que hacía exactamente cada una de las avispas marcadas: tediosa tarea que exigía vigilancia continua y gran perseverancia, dado que estas avispas son mucho menos llamativas que las *Philanthus*, de color amarillo chillón. No obstante, mereció la pena tan concienzudo esfuerzo, pues a no tardar se reveló una historia casi increíble. Descubrieron que, después de excavar el nido, cada avispa empezaba por capturar una oruga. La almacenaba en el nido y, tras permanecer en él de veinte a cien segundos, depositaba un huevo sobre aquélla. Acto seguido dejaba este nido y, o bien se iba al brezal a haraganear o, la mayoría de las veces, emprendía la excavación de un segundo nido. O también, y no menos frecuente, la avispa se dirigía a un punto distinto de la vereda, donde abría un nido ya existente. En ocasiones sólo se introducía en él por un instante, lo volvía a tapar y lo abandonaba definitivamente: otras hubo, sin embargo, en que lo dejaba sólo por un rato, y regresaba más tarde con una presa. La almacenaba, pero ahora casi nunca permanecía bajo tierra más de diez segundos. Luego vimos que tan corta visita sólo era para reaprovisionar a una larva que ya tenía vacía la despensa.



Cuando la avispa había traído una, unas cuantas, o a veces muchas orugas a dicho nido, podía ocurrir que volviera al nido original. Allí efectuaba, de entrada, una visita sin llevar presa alguna, para después hacer uno o dos viajes llevando orugas. A continuación dejaba solo este nido por segunda vez, y no acostumbraba regresar en uno, dos, o quizá tres días. En el ínterin podía volver al otro nido o bien empezar con un tercero.

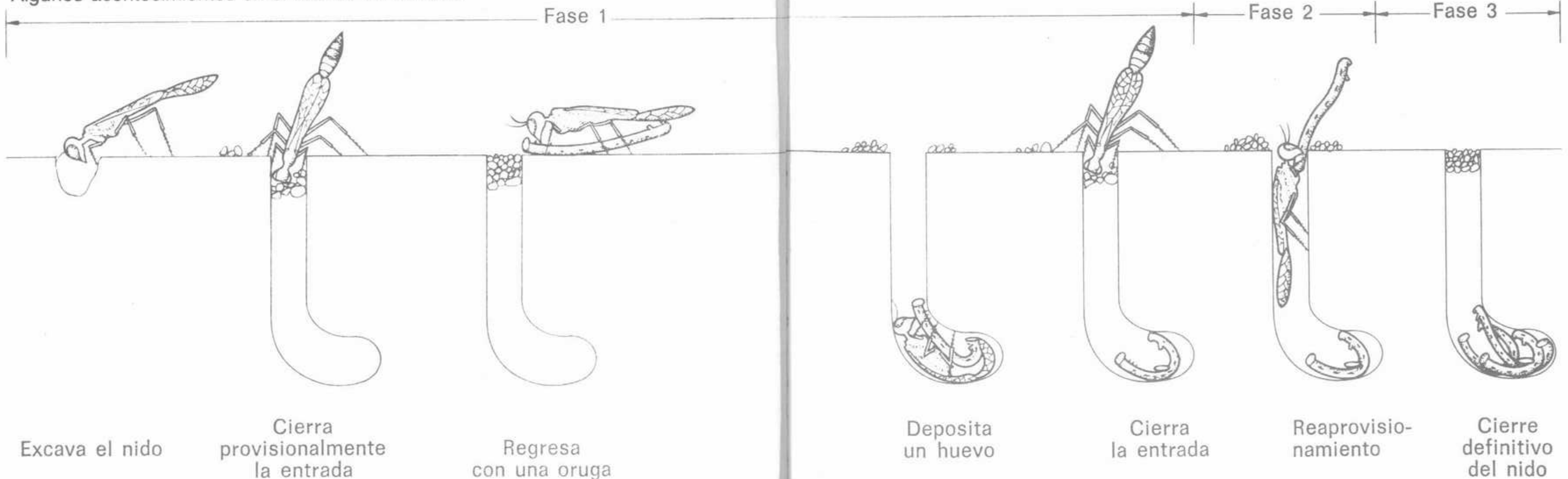
Transcurridos varios días, pasaba nueva revista al primer nido, llevando, por lo común, cierto número de orugas en rápida sucesión. Después lo cerraba de una manera excepcional. Sirviéndose de la cabeza a modo de martillo, apretaba con fuerza los guijarros que había dejado caer en el pozo, zumbando furiosamente todo el tiempo. Esto era lo último que hacía por la larva de tal nido; venía a ser como echar el cerrojo a la puerta. Luego continuaba trabajando en el segundo y el tercer nidos.

Ni más ni menos, marcando nidos y avispas, y entregándose a una minuciosa y continuada observación, los Baerends revelaron algo inaudito: que una insignificante avispa, un mero insecto, cuidaba dos, a veces tres, nidos a un mismo tiempo. Conocía la posición de cada uno de ellos entre la multitud de madrigueras similares

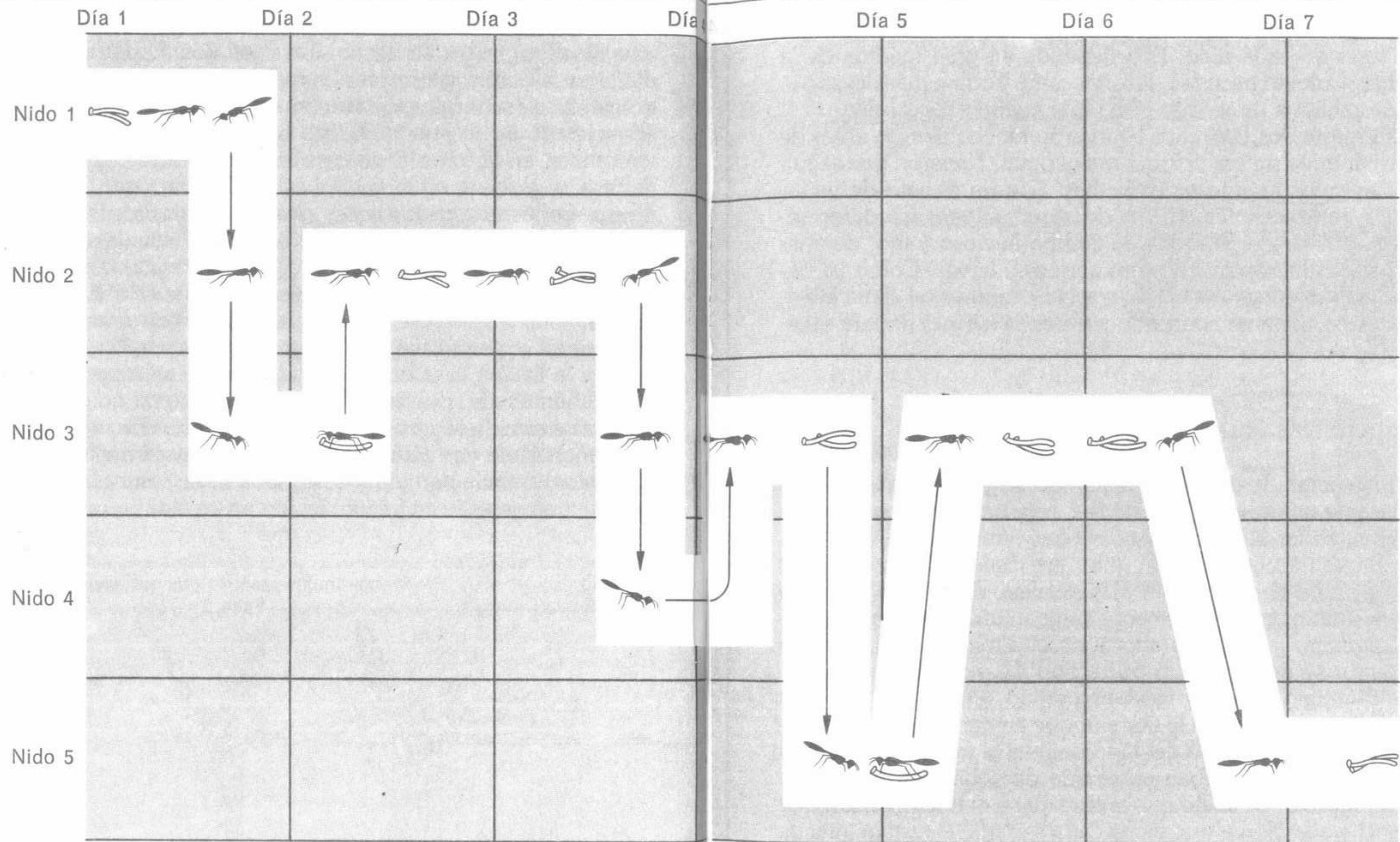
existentes en el suelo, y, lo que aún era más asombroso, sabía exactamente qué había de hacer en cada nido. Pues la historia de cada uno de ellos incluía, de hecho, tres capítulos. El primero comprendía la excavación, cierre provisional de la entrada, captura de una oruga y traslado a casa, almacenamiento, puesta de un huevo sobre ella y cierre de la puerta. Luego se sucedía una pausa de uno o varios días, en que se afanaba con los otros nidos. Durante la segunda fase, regresaba, visitaba el nido sin llevar orugas, lo cerraba de nuevo, volvía una o dos veces con orugas y, después de cerrarlo una vez más, lo dejaba otro día, trabajando mientras, como siempre, en los demás nidos. Luego volvía para una tercera fase primero, como es norma, con las manos vacías, tras lo cual cerraba la puerta; esta vez regresaría y se presentaría con una colección de tres, cuatro o incluso más orugas, en rápida sucesión. Acto seguido echaba la llave a la puerta y abandonaba el nido para siempre.

Tenemos ahí, por tanto, una avispa solitaria que, a diferencia de otras especies, regresa con su descendencia dos veces y en cada ocasión lo hace con una nueva provisión de alimento. En los dos intervalos, entre la primera y la segunda fase, y entre la segunda y la tercera, trabaja activamente en los restantes nidos que pueden estar

Algunos acontecimientos en el interior de un nido.







El diagrama muestra cómo una *Ammophila* atiende cinco nidos sucesivamente, emprendiendo las diferentes fases del cuidado de cada uno de ellos. Es extraordinario que este insecto pueda llevar a cabo una secuencia tan complicada de acontecimientos y sepa con toda exactitud qué ha de hacer en cada nido, aunque no lo haya visitado en varios días.



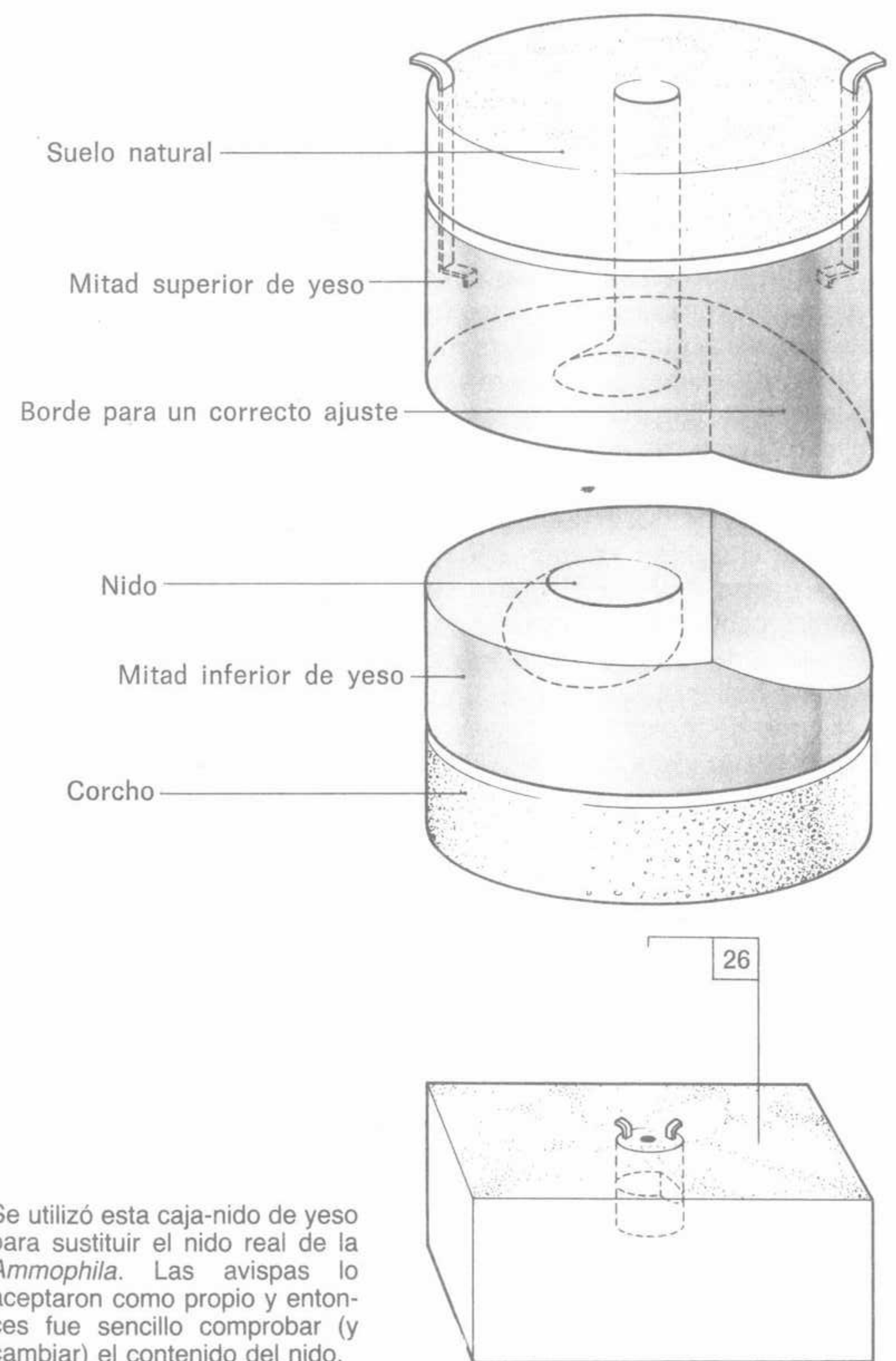
en una etapa más temprana o más adelantada. La forma de relacionar las diversas nidadas es variable, como lo es el lapso de tiempo entre las fases de cada nido. Ello depende en gran medida de la temperatura. Cuando hace frío, la larva crece y come más despacio, y la madre trabaja a ritmo más lento que cuando hace calor.

Por supuesto, los Baerends invirtieron mucho tiempo antes de poder afirmar que éste era el esquema general. Tuvieron que seguir a muchas avispas durante muchos días. Fue un trabajo de varias temporadas, porque series enteras de observaciones quedaron interrumpidas por largos períodos de tiempo lluvioso y frío, durante los cuales sucumbieron muchísimas avispas y larvas. Como ya habíamos notado mientras estudiábamos la *Philanthus*, el clima atlántico no es especialmente adecuado para estas avispas ni para quienes las estudian.

## EL INTERIOR DEL NIDO

Por lo general, de permitirlo el tiempo, seguían a unas cuantas avispas durante una semana o diez días, registraban sus actividades y, finalmente, abrían sus nidos para ver qué había dentro. Más adelante, los Baerends construyeron nidos artificiales de yeso, que les dieron ocasión de descubrir aún más detalles. El método del nido de yeso era simple, pero ingenioso. Cortaban un cilindro macizo de 5 cm de diámetro y 7 cm de alto transversalmente en dos. En la mitad superior se perforaba un pozo, tipo *Ammophila*, y en la inferior una cámara. Cuando instalaban un nido, empleaban una broca para practicar un hoyo en la tierra donde cupiera el nido completo. Trasladaban el contenido del nido original al modelo de yeso, y a continuación lo emplazaban en el sitio de aquél, y lo recubrían con la capa superior de suelo que antes tapaba el hoyo. Tenían que prestar mucha atención a que dicha capa superficial restara intacta, aplicada exactamente en la posición correcta y con la boca real ajustada al milímetro a la del nido de yeso. Conseguido esto, podían abrir el nido siempre que fuera necesario con sólo levantar el cilindro superior.

Qué gran día fue cuando la primera avispa, ante este nuevo artilugio, lo dio por bueno. En lo sucesivo, se pudo comprobar a voluntad el estado del contenido del nido (tamaño de la larva, recursos de la despensa, etc.). Como veremos, la nueva técnica abrió la puerta a varios experimentos en verdad fantásticos.





La observación simultánea del comportamiento de la avispa madre y el estado de la nidada reveló que invariablemente depositaba el huevo sobre la primera oruga, que la segunda fase comenzaba cuando la larva había consumido ya la primera oruga y necesitaba más alimento, y que el inicio de la tercera fase coincidía con el agotamiento del segundo lote. Cuando la larva acababa con el alimento, estaba ya totalmente crecida, podía hilar un capullo y convertirse en crisálida.

Registraron en un diagrama estas observaciones sobre avispas. Se siguieron, desde el comienzo hasta el desenlace, cuarenta y tres nidos en total, muchos de ellos nidos sucesivos de una sola avispa. De distintas avispas se pudieron estudiar cuatro nidos sucesivos, y de algunas se llegaron a rastrear hasta nueve nidos. Los Baerends publicaron siete diagramas, todos diferentes en cuanto a los detalles, pero todos con las tres fases y las nidadas superpuestas.

Después de hacerse evidente que estas avispas atendían dos o tres nidos simultáneamente, cada cual en un estadio de desarrollo propio y que, por consiguiente, requería cantidades variables de alimento, cabía preguntarse —nada más lógico— cómo sabían qué hacer en cada nido. El método del modelo de yeso permitió a los Baerends hallar la respuesta.

Como he indicado, la segunda y tercera fases solían estrenarse con una breve visita de manos vacías. A veces, sin embargo, a tales visitas no seguía una de aprovisionamiento. Era lícito suponer que las visitas de manos vacías (a las que en adelante daré el nombre de "llamadas") servían de inspección, durante la cual la avispa recibiría estímulos que habrían de fijar su posterior comportamiento, así como determinar si debía llevar al nido en cuestión muchas orugas, sólo unas pocas o ninguna oruga.

Se podía comprobar experimentalmente esta hipótesis, puesto que los nidos de yeso permitían cambiar su contenido según conviniere. Los Baerends, planeando y ejecutando esos experimentos con sumo cuidado, lograron resolver la incógnita.

En primer lugar, vigilaron cierto número de avispas durante varios días para descubrir sus respectivos nidos y poder predecir sus llamadas. Luego efectuaron diversos cambios poco antes de que se produjera la llamada prevista. Por ejemplo, a un nido con una larva y sólo un poco de alimento, lo surtían de una generosa provisión de orugas. O a un nido ya con muchas orugas y que debía de recibir una o dos más como mucho, se las retiraban todas. O, en un tercer caso, reemplazaban una oruga con huevo por una larva. En otros

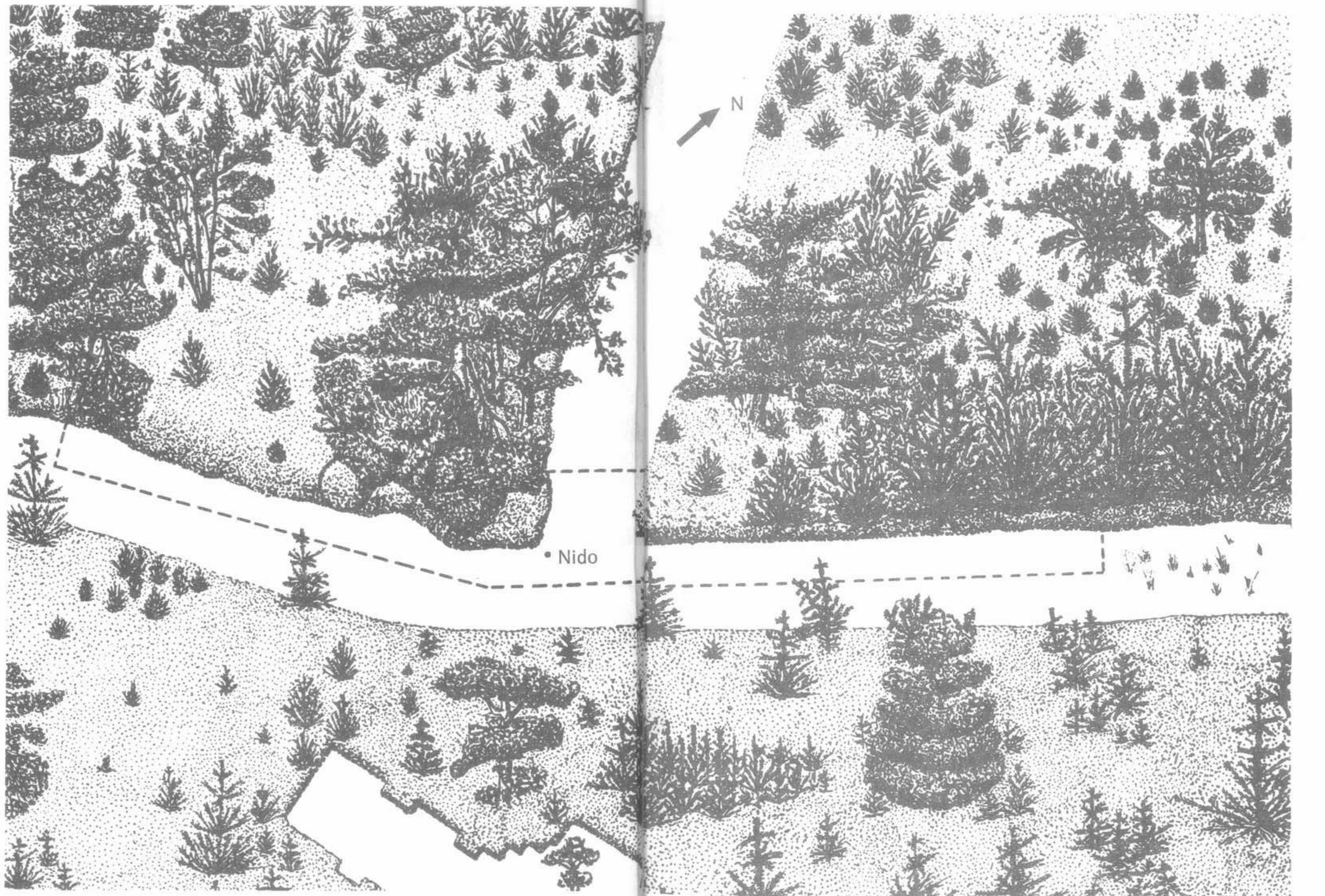
experimentos sustituían una larva necesitada de más alimento por un capullo. Organizaban las pruebas generalmente por parejas, intercambiando orugas, larvas o huevos, de modo que se perdían contadas orugas o larvas.

Los resultados fueron sorprendentes. No puedo dar cuenta de todos, pero seleccionaré unos cuantos. Cuando retiraban las orugas antes de una llamada, con posterioridad a éstas todas las avispas respondían llevando más de las que, de no ser por tal circunstancia, habrían acarreado; algunas traían en total, por nido, doce o incluso trece orugas, mientras que la cifra normal oscilaba entre cinco y diez. Al ofrecer orugas de más antes de la tercera fase, la avispa, en vez de almacenar tres a siete seguidas, no traía ninguna o, en un caso, sólo una. Así pues, la variación del número de orugas provocaba cambios en el comportamiento de la madre. El tamaño también influía en ella: una larva muy joven nunca recibía muchas orugas; además, la sustitución de una larva joven por un capullo hacía que las avispas interrumpieran por completo las visitas de aprovisionamiento y, al menos si ya habían entrado en la tercera fase, tapiaban el nido. Las que estaban todavía en la segunda fase, no continuaban el transporte de orugas a dichos nidos ni los tapiaban.

Estos resultados eran tan extraordinarios porque demostraban no sólo que durante la llamada se hacía en realidad una inspección y se fijaba lo que la avispa haría acto seguido, sino que el efecto de esa llamada duraba bastante tiempo: por ejemplo, cuando despojaron el nido p de la avispa XXX de todas las orugas antes de su llamada del 28 de junio de 1940, a las diez y media de la mañana, reaccionó trayendo una oruga más ese mismo día y tres más al siguiente. Por tanto, el efecto se prolongó toda la noche. A fin de valorar la importancia real de este hecho, no se olvide que esta avispa atendía simultáneamente otros nidos en diferentes estadios de desarrollo. Los estímulos recibidos durante la llamada no la encauzaban meramente hacia otra condición general, pues no abastecía con más orugas los restantes nidos. La llamada motivaba que la avispa actuara de un modo especial en un nido concreto. Es una proeza magnífica, una auténtica respuesta retardada, y además muy retardada, muchísimo.

Sometieron otras avispas a los mismos experimentos en el transcurso de las visitas de aprovisionamiento, no durante las llamadas. En ningún caso el cambio influyó en absoluto en el insecto, se limitaba a proseguir la tarea tal como le había sido dictada cuando hizo la llamada.





Representación de la zona donde se llevaron a cabo los experimentos descritos en el texto. La línea discontinua marca el límite de la colonia de estudio.



Imaginemos lo que esto significa en la práctica. La avispa conoce la situación de dos, tres o más nidos, pues de vez en cuando se le ocurre acudir también a nidos antiguos. Después de haber abandonado uno, realiza, por lo general, una llamada en el más necesitado de abastecimiento en ese instante. ¿Cómo lo sabe? Ése es otro enigma. En esa llamada recibe "instrucciones" y las ejecuta. Luego puede llamar a otro nido y actuar de nuevo según lo que allí encuentre. Recuerda en todo momento dónde están todos los nidos y, más o menos, el estado en que se hallan. Las llamadas son únicamente una comprobación.

## HÁBITOS DE CAZA

Es evidente que una colonia de casi un centenar de matadoras de orugas debe ejercer una presión considerable sobre la fauna del brezal en que se mueve. El observador no puede dejar de preguntarse cómo este hábitat, que da la impresión de ser relativamente pobre, es capaz de proporcionar las muchísimas orugas abatidas a diario. Su asombro se troca en admiración cuando, en un intento de competir con la avispa cazadora, se pone a buscar orugas, pues pronto descubre que tropieza con un número irrisorio.

Esto movió a los Baerends a estudiar más detalladamente los hábitos de caza de sus avispas. ¿Adónde iban? ¿Qué extensión tenían sus terrenos de caza? ¿Cómo localizaban la víctima? Una vez capturada la oruga, ¿cómo volvían a casa?

Las tres especies de orugas acarreadas con más frecuencia —*Anarta myrtilli*, *Ematurga atomaria* y *Eupithecia namata*— estaban maravillosamente camufladas. La *Anarta*, especie ajedrezada, verde y amarilla, desaparece por completo entre los renuevos de brecina donde vive. La *Ematurga* parece una ramita vieja y pelada de brecina, y la *Eupithecia* es un bulto rosado que vive en las flores de brecina y brezo. No les fue posible verificar mediante experimentación cómo localizaban las avispas sus víctimas, pero observaciones casuales indicaban que nunca se encaminaban a una oruga en línea recta, como sería de esperar si la vieran. La avispa deambulaba de aquí para allá hasta que, a dos o a lo sumo cinco centímetros de la oruga, empezaba a describir pequeños rizos y círculos. Éstos se prolongaban mientras la avispa no tocara, como por accidente, la oruga, que entonces recibía la estocada. Por consiguiente, daba la impresión de que la avispa descubriera e identificara a su

víctima valiéndose principalmente de los sentidos del olor y del tacto.

Cuando los Baerends siguieron a las avispas por el brezal circundante, les sorprendió descubrir que éstas no se alejaban mucho de casa. Escudriñando las fajas de brezo paralelas a la senda, apenas encontraron avispas a cinco metros de su borde. Era natural, pues la faja estaba seca y requemada, y no tenía casi flores. La mayoría de las avispas fueron vistas en la primera faja de cinco metros, menos lo fueron en la de diez a quince metros y así en las demás, hasta no ver prácticamente ninguna en la zona de treinta y cinco a cuarenta metros. Por tanto, la zona de caza era muy pequeña, aunque lo bastante grande para que la vuelta a casa de las avispas fuera algo problemática. En la lucha con una oruga, la avispa se revolcaba a menudo por el suelo y quedaba rodeada de matas de brecina que descollaban por encima de ella. Ahora bien, antes de emprender el regreso, la avispa trepaba siempre a un brezo o a un pino joven. Cuando, después de ardua ascensión, alcanzaba la punta, se giraba en varias direcciones, como si estuviera buscando algo. Luego daba un gran salto, siempre en la dirección del nido, siendo el peso de la oruga factor determinante de la amplitud de este "vuelo", si bien rara vez rebasaba un par de metros. Entonces, la avispa comenzaba a caminar, tropezando y afanándose por el desigual terreno. Por lo general arrancaba en la dirección correcta, pero solía desviarse o incluso empezaba a describir vueltas irregulares y hasta rizos. Cuando así ocurría, trepaba de nuevo a un "árbol", miraba alrededor y daba otro salto —como siempre, en la dirección exacta. De esta suerte la avispa llegaba a casa, con frecuencia al cabo de un largo y ajetreado viaje.

## EXPERIMENTOS DE NAVEGACIÓN

Después de seguir los pasos de varias avispas camino del nido, los Baerends se convencieron de que los insectos conocían el itinerario, al menos cuando podían disponer de una perspectiva clara del terreno: no se limitaban a buscar al azar. Y se pusieron a experimentar.

Cabía la posibilidad de que la avispa, a pesar de no poder ver el nido a distancia, lo percibiera directamente con algún otro órgano sensorial, quizá de naturaleza desconocida. Existía una manera sencilla de comprobarlo. Enterraron en la senda cajas vacías de galle-

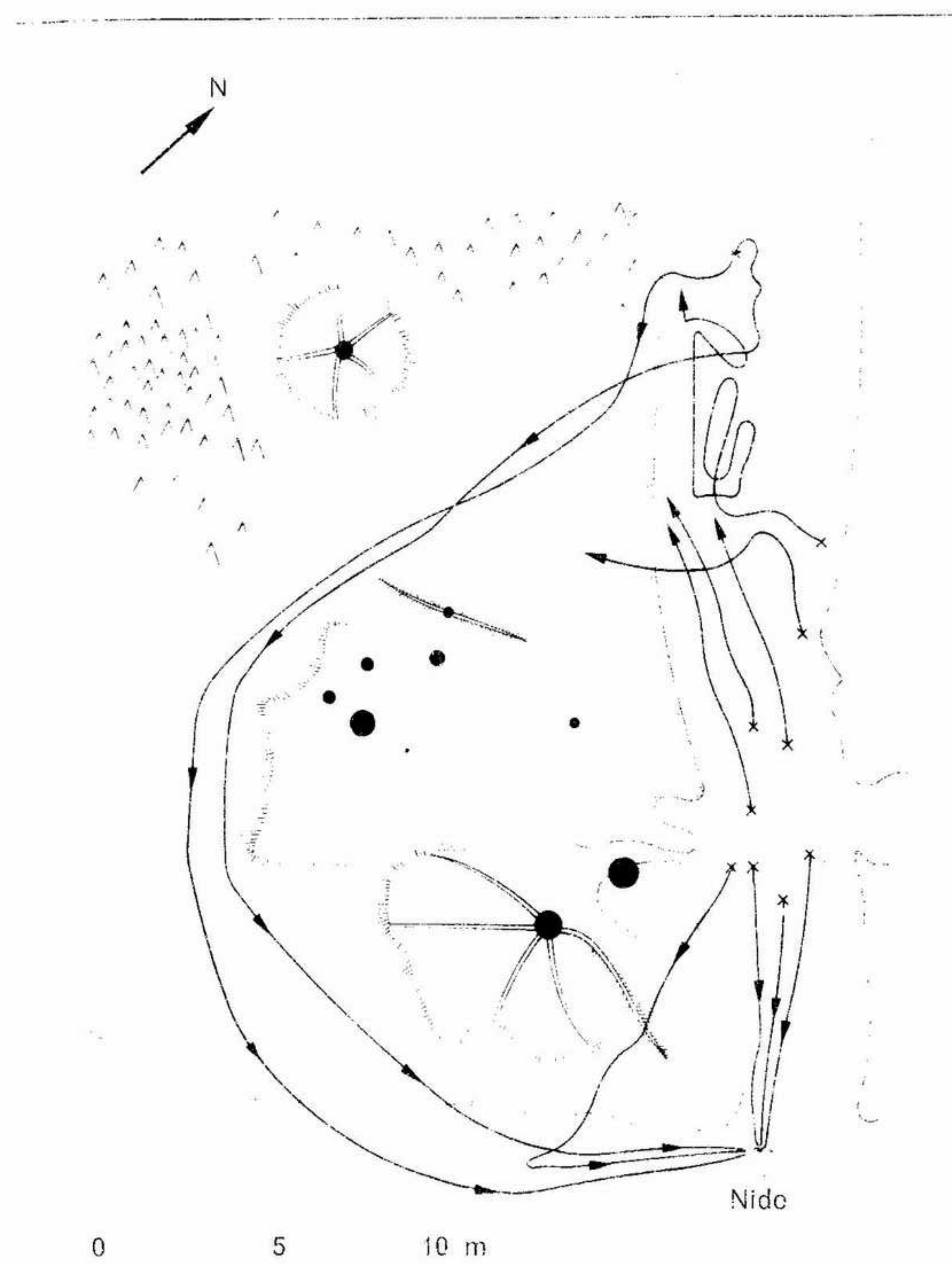


tas, sin tapa, de modo que los bordes estuvieran a nivel del suelo. Apretaron fuertemente la tierra de las cajas para que tuviera la misma consistencia que el suelo original. Las avispas terminaron, tarde o temprano, por excavar nidos en dichas cajas. Cuando una de ellas salió a cazar, sacaron la caja con su nido (caja A) y la enterraron a un metro de distancia, colocando en su lugar otra idéntica (caja B). Al regreso de la cazadora, jamás se dirigió al nido desplazado A, sólo iba al B y buscaba en el punto exacto en que "debía" haber estado el nido: lo que demostraba que no había respuesta a estímulos procedentes del propio nido. Parecía más bien como si, al igual que la *Philanthus*, la *Ammophila* empleara hitos. De ser éste el caso, tenía que aprenderlos, pues la posición de los hitos era, claro está, diferente para cada madriguera.

Algunos nidos no distaban mucho de objetos que admitían una posible función como hitos: así, matas de hierba, piñas o guijarros. Cuando trasladaban tales objetos a medio metro, la avispa de retorno se despistaba: buscaba los nidos en la posición correcta respecto de los hitos desplazados, no en su verdadera ubicación.

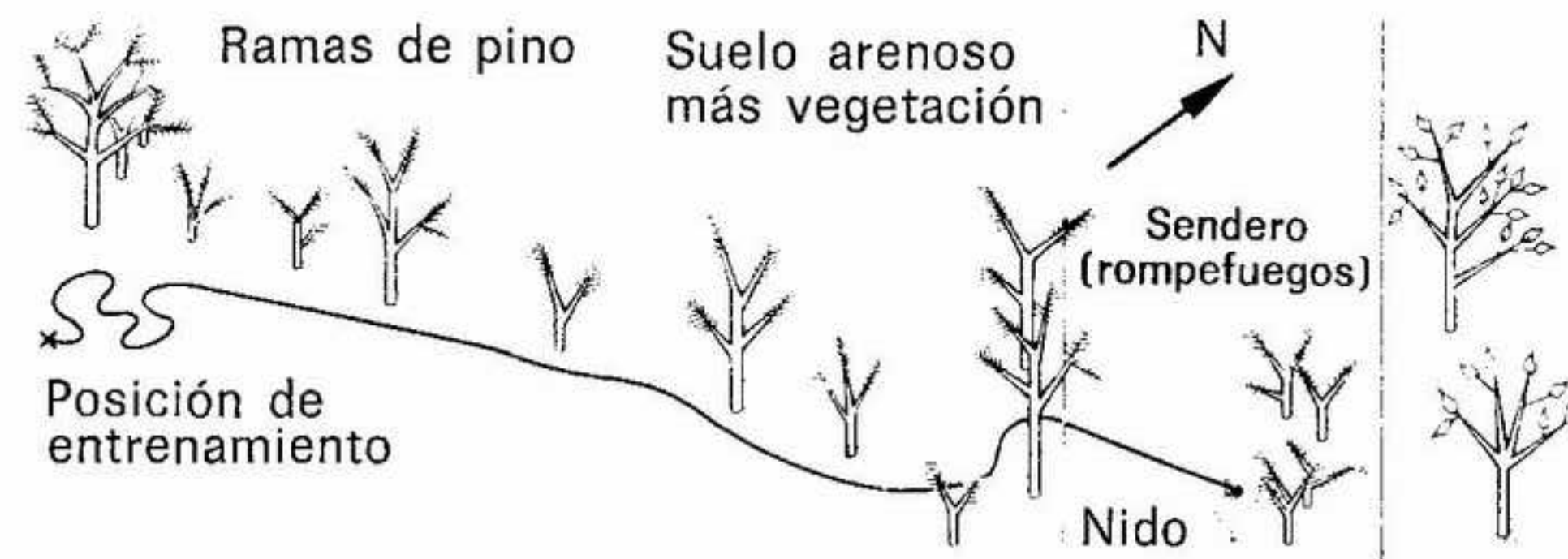
A continuación, los Baerends intentaron averiguar hasta dónde alcanzaba el comportamiento que tenían las avispas respecto a los hitos. Capturaban avispas en el momento de llegar al nido, las ponían en jaulitas de gasa envueltas en paño negro y las soltaban en diversos puntos del brezal. Observaban entonces si volvían a casa, y si regresaban, cómo lo lograban. Los resultados fueron muy sugestivos. Primero, todas las avispas soltadas lejos de casa —a más de unos cincuenta metros— vagaban describiendo rizados irregulares. A menudo, la avispa desorientada trepaba a un arbusto y entonces se dirigía en línea recta a la senda. Cuando más cerca de casa fuera liberada, tanto menos probable resultaba esta fase de desorientación. Por supuesto, era significativo que el límite quedara establecido a los cuarenta metros, más allá del cual rara vez se encontraba avispa alguna cazando.

En posteriores ocasiones dejaron ir muchas avispas por diferentes direcciones. Todos los experimentos revelaban la existencia de una zona alrededor del nido desde la cual sabían volver a casa: más allá de ella se desorientaban. Las dimensiones de este territorio "conocido" diferían de unos individuos a otros: aún más, la localización de los distintos territorios era visible. Algunas avispas regresaban fácilmente a casa desde una extensa zona situada al noreste, si bien se perdían incluso a diez metros de la senda por el lado opuesto. Otras tenían "su" territorio conocido justo en la dirección

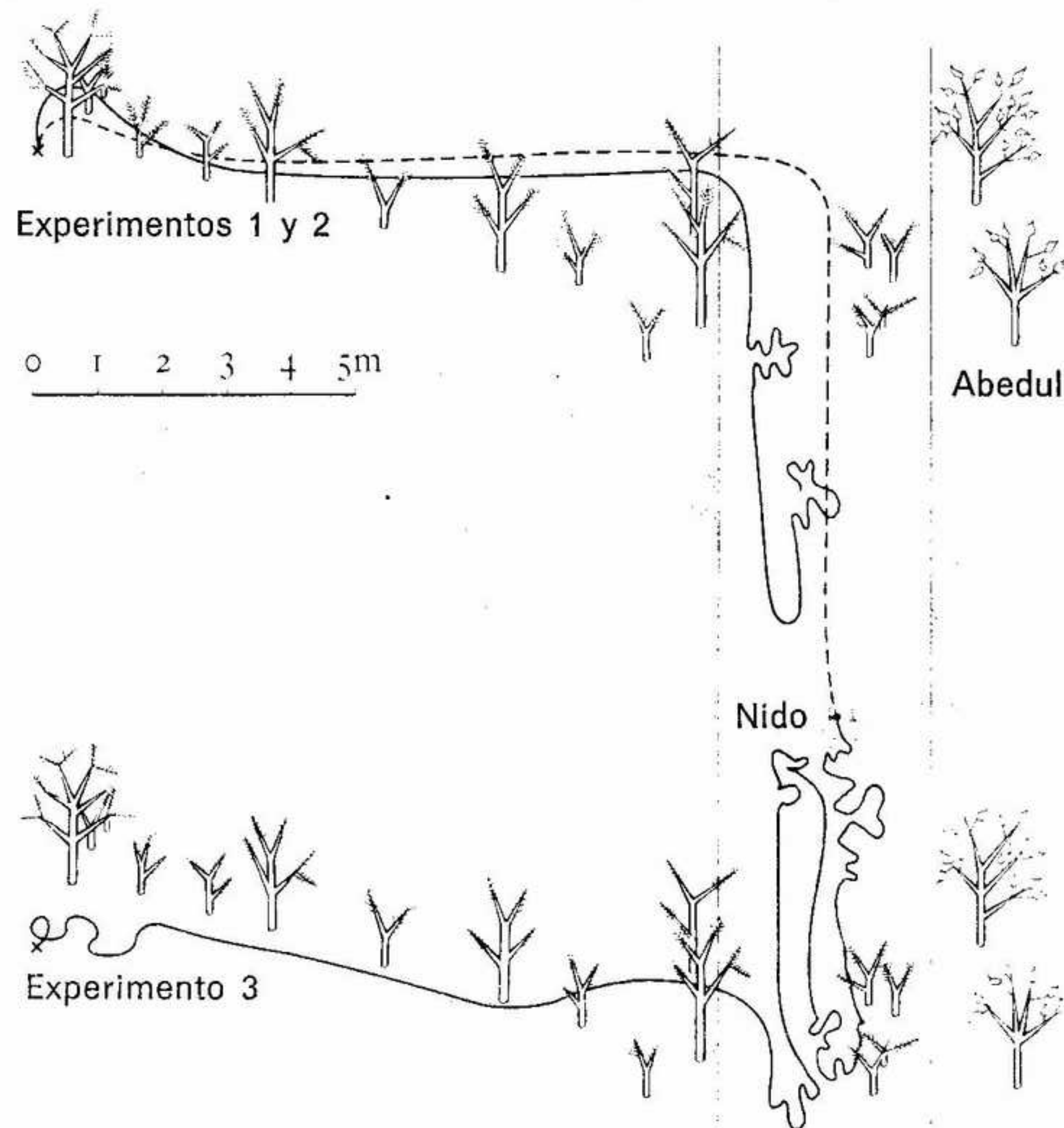


Efectuamos once experimentos de orientación con una avispa. En la figura aparecen las trayectorias de vuelta al nido desde diferentes puntos de partida. Cuando la soltábamos a más de quince metros al noroeste, parecía conocer sólo una ruta, muy indirecta, de regreso. La posición del nido se muestra también en las páginas 64-65.





Adiestramos una avispa para que siguiera una línea de árboles artificiales hasta su nido en el sendero. El diagrama inferior muestra cómo reaccionaba cuando desplazábamos la línea de árboles de modo que no condujera al nido.



contraria. Hubo una avispa que estableció una marca notable. Trasladada a unos quince metros, o más, al noroeste, volvía a casa describiendo un largo rodeo: partía por la senda, alejándose del nido, giraba a la izquierda en cuanto rebasaba un gran pino y se dirigía a casa en semicírculo, rodeando el árbol. Liberada a menos de quince metros en la misma dirección, iba directamente a casa. No obstante, en una y otra batería de experimentos, parecía perfectamente orientada desde el momento de la liberación. Estaba claro que la avispa conocía toda la senda y que sólo efectuaba el rodeo viniendo de la parte norte —a modo de conjetura, porque se había aprendido esa zona de la senda en excursiones durante las cuales se encontró volviendo del brezal del otro lado del árbol. Lo que apunta más bien a que, en principio, se aprenden el camino desandando la ruta seguida a la ida.

Otra serie de experimentos demostró a las claras que las avispas empleaban hitos por todo el territorio conocido. Aparte reemplazar hitos naturales, como matas de hierba que llevaban allí desde mucho antes de que la avispa empezara a excavar sus madrigueras, los Baerends adiestraron a sus avispas a percibir hitos artificiales depositados una vez acabados los nidos. Muchos de los hitos que emplearon eran del tipo de los ya presentados a la *Philanthus*: tarugos de diversos tamaños y formas, semiesferas y discos. Las avispas siempre se valían de ellos.

Sin embargo, esas marcas pequeñas sólo servían una vez las avispas habían llegado a la zona próxima al nido. Cuando las desplazaba a más de un metro de distancia, dejaban de prestarles atención, sólo buscaban por la zona del nido. ¿Cómo se las ingeniaban para encontrar el camino desde la zona de caza hasta la vecindad inmediata del nido? Con la *Philanthus*, que vuela a grandes distancias, habíamos sido incapaces de investigarlo, pero el movimiento lento y más bajo de la *Ammophila* ofrecía más posibilidades.

Se localizó una colonia nidificando en una senda, en una zona del brezal bastante pelada. Allí, los Baerends, después de abordar la aburrida tarea de delimitar el territorio de caza, tendieron una hilera de grandes marcas en ángulo recto a la senda. Como marcas utilizaban árboles artificiales, ramas verdes de pino introducidas en el extremo de tubos de hierro de longitud variable. Al cabo de una semana, más o menos, de instaladas —tiempo que juzgaban suficientemente largo para que las avispas las utilizaran—, realizaron experimentos de desplazamiento. Cuando llegaba una avispa con una oruga a un nido distante, como máximo, dos metros de la



marca más próxima, la capturaban para soltarla cerca del otro extremo de la hilera. Si la avispa mostraba indicios de desorientación (con lo cual denotaba que no conocía esa parte del brezal), era evidente que no servía para este experimento, y la devolvían a su nido. En cambio, a las que enfilaban recto a casa, las seguían, tomando nota de su derrotero. Entonces las capturaban de nuevo y lo que ahora desplazaban era la hilera de árboles, trasladándola a una posición paralela a la original. A continuación soltaban a la avispa en el extremo más alejado de la hilera de marcas, ya en su nuevo emplazamiento.

La mayoría de estas avispas pusieron de manifiesto que se guiaban por los árboles: llegaban al punto erróneo, tan alejado de su nido como se habían movido los árboles de lugar. Realizaron siempre un experimento de control, con los árboles devueltos a su sitio, inmediatamente después, y en todos los casos las trajo a casa de nuevo. Algunas avispas, sin embargo, no demostraron influencia alguna del experimento; como existía una hilera de árboles verdaderos al otro lado de la senda, los cuales quedaban de cara durante todo el camino de vuelta, entra en lo posible que los usaran como hitos. Verificarlo, arrancando todos esos árboles y cambiándolos de sitio, era a todas luces imposible.

Realizaron además otros muchos experimentos, pero me llevaría demasiado lejos analizarlos detalladamente. El resultado global fue que la *Ammophila* encuentra el camino de regreso recurriendo a hitos de muchos tipos, cuya posición ha de aprender, como la *Philanthus*. Es perfectamente verosímil que, con exclusión de esos hitos, se valga del Sol como brújula, aunque los experimentos no estaban ideados para comprobar tal hipótesis.

Así pues, habían descubierto otra asombrosa faceta del comportamiento de la *Ammophila*. El análisis de la vuelta a casa puso de relieve que la avispa debe aprender cosas complejas con el fin de estar en condiciones de atender simultáneamente dos o tres nidos; tiene que asociar la información de la llamada, momento en que recibe instrucciones, con la situación de los hitos que conducen al nido concreto que haya de abastecer. Además, merece la pena subrayar la precisión con que ha de funcionar todo su comportamiento a fin de garantizar la supervivencia de la larva. El reducido índice de puesta de huevos no permite el sacrificio de muchas larvas. Qué extraordinario sería si pudiera desarrollarse un sistema así, tan distinto del que se da, por ejemplo, en los lepidópteros, que se limitan a poner los huevos y los abandonan.

Resulta imposible mencionar aquí todos los aspectos de la vida de la *Ammophila* investigados por los Baerends, como la forma sumamente especializada de paralizar a la oruga, o los curiosos hábitos sociales de reposo y sueño de las avispas. No obstante, se puede mencionar una interesante experiencia como resultado de su fructífero trabajo.

## UNA NUEVA ESPECIE

De resultados de su increíble minuciosidad, los Baerends descubrieron finalmente que habían estado estudiando una avispa hasta entonces no identificada como especie aparte. Por la misma época, otro investigador, A. Adriaanse, realizaba observaciones similares en otra región de Holanda. Al principio ningún grupo sabía del trabajo del otro. Cuando, en 1938, Baerends publicó un breve artículo con sus primeros descubrimientos, Adriaanse reparó en que sus notas no casaban del todo con el relato de aquél. Se fijó en algo que podría pasar por trivial: sus avispas, en lugar de cerrar la entrada del nido con material de los alrededores, tenían una "cantera" especial cerca de la entrada donde almacenaban los materiales cada vez que abrían el nido.

Muchas personas habrían tomado esto por una simple diferencia local, acaso inducida por un medio ambiente distinto, pero Adriaanse, por el contrario, lo investigó con todo detenimiento. Y no sólo encontró que existían más diferencias sino que descubrió una colonia en que pudo estudiar ambos comportamientos: el observado por los Baerends y el previamente estudiado por él mismo. Marcando avispas con puntos de color, vio que algunas se comportaban siempre según la manera descrita por Baerends, y otras de acuerdo con lo observado por él. Decidió que tenía delante dos formas, con un comportamiento consecuentemente distinto aun cuando vivieran en el mismo medio ambiente. He ahí varias de las diferencias entre las formas **A** (driaanse) y **B** (aerends):

### A

Proporciona a su larva larvas de tentredínidos ("moscas" portasierra).

Sólo tiene un nido por vez.

Cría de finales de mayo a comienzos de agosto.



Cierra el nido con una piedrecita y la cubre con arena de la "cantera".

Cuando abre el nido, devuelve la arena a la "cantera".

## B

Proporciona a su larva larvas de lepidópteros.

Tiene nidadas superpuestas.

Cría de principios de junio a mediados de septiembre.

Cierra el nido con muchas piedrecitas, cogiendo arena de los alrededores.

Se lleva volando la arena y la esparce.

Éstas no eran las únicas diferencias. Antes de que se hubiese observado todo esto, otro entomólogo, J. Wilcke, trabajando también independientemente, había estudiado la taxonomía de las avispas excavadoras, y encontrado que los ejemplares del museo etiquetados como "*Ammophila campestris*" no eran, entre sí, tan iguales como sería de esperar. Se diría que allí había dos tipos; ése fue su pensamiento, pero con otra tarea entre manos en ese momento, dejó en suspenso el problema. La discrepancia entre los trabajos de Baerends y Adriaanse le hicieron echar otra ojeada a sus avispas, y entonces descubrió que *Ammophila campestris* se había de considerar el nombre colectivo de dos especies distintas. Las diferencias morfológicas, aunque mínimas, eran constantes.

Entonces, Adriaanse se planteó la siguiente cuestión: ¿Están las diferencias de comportamiento entre A y B correlacionadas con las diferencias morfológicas halladas por Wilcke? Observó un buen número de avispas y capturó una serie de ellas, etiquetándolas con una "A" o una "B" según su comportamiento, que luego envió a Wilcke. La correlación con la estructura morfológica era total: todas las avispas "B" eran idénticas a la variedad que Wilcke había bautizado como *Ammophila adriaansei*, todas las avispas "A" eran *A. campestris*. Seguidamente, Adriaanse capturó parejas en acoplamiento manifiesto. De nuevo se vio que los dos miembros de la pareja eran o bien *adriaansei*, o bien *campestris*. En otras palabras, aunque las dos formas eran muy parecidas, e incluso se reproducían en colonias mixtas, no existía entrecruzamiento entre ellas, se trataba de verdaderas especies.

Esta historia ofrece varios aspectos de interés. Primero, fue bastante grato para nosotros, estudiosos del comportamiento, ver que

las características de conducta podían ser útiles a la taxonomía. Segundo, como el comportamiento presentaba tantas diferencias incluso entre avispas que viven en un mismo hábitat, he ahí una bella demostración de la existencia de diferencias de comportamiento determinadas genéticamente. Tercero, planteaba problemas evolutivos. Si ambas avispas eran tan parecidas, debía existir, sin duda, un estrecho parentesco entre ellas. ¿Cómo se diferenciaron entonces, cómo desarrollaron gustos por distintas clases de víctima, cómo llegaron a construir sus nidos de maneras tan poco diferentes, etc.? ¿Y por qué no se entrecruzaban? ¡Cuánto más perspicaces son esas avispas que los zoólogos, que nunca habían caído en la cuenta de que eran radicalmente distintas!

La guerra interrumpió el trabajo. Por desgracia, Adriaanse murió; Baerends tuvo que dedicarse a otras cosas. Pero, por qué no, la *Ammophila* encontrará un día nuevos investigadores que retomarán el hilo donde fue dejado. Quizá sirva este trabajo para estimular a otros a investigar la vida de otras avispas excavadoras. Cuesta creer que estas dos *Ammophila* sean mucho más interesantes que otras especies de su familia. Me inclino a pensar que las demás proporcionarán parecidas satisfacciones intelectuales cuando se las estudie con tanta atención y cariño como lo fue la *Ammophila*.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

En la lista ofrecida a continuación se recogen algunas obras y organizaciones relacionadas con los insectos. Véase asimismo la información al final de los demás capítulos.

### Obras generales sobre insectos y su comportamiento

Burton, J., y otros: *The Oxford Book of Insects* (Oxford University Press, 1968). Obra ilustrada, muy útil, sobre nuestros insectos más comunes, lepidópteros incluidos.

Butler, C. G.: *The World of the Honeybee* (Collins New Naturalist, 1945). Visión general del insecto mejor conocido de todos.

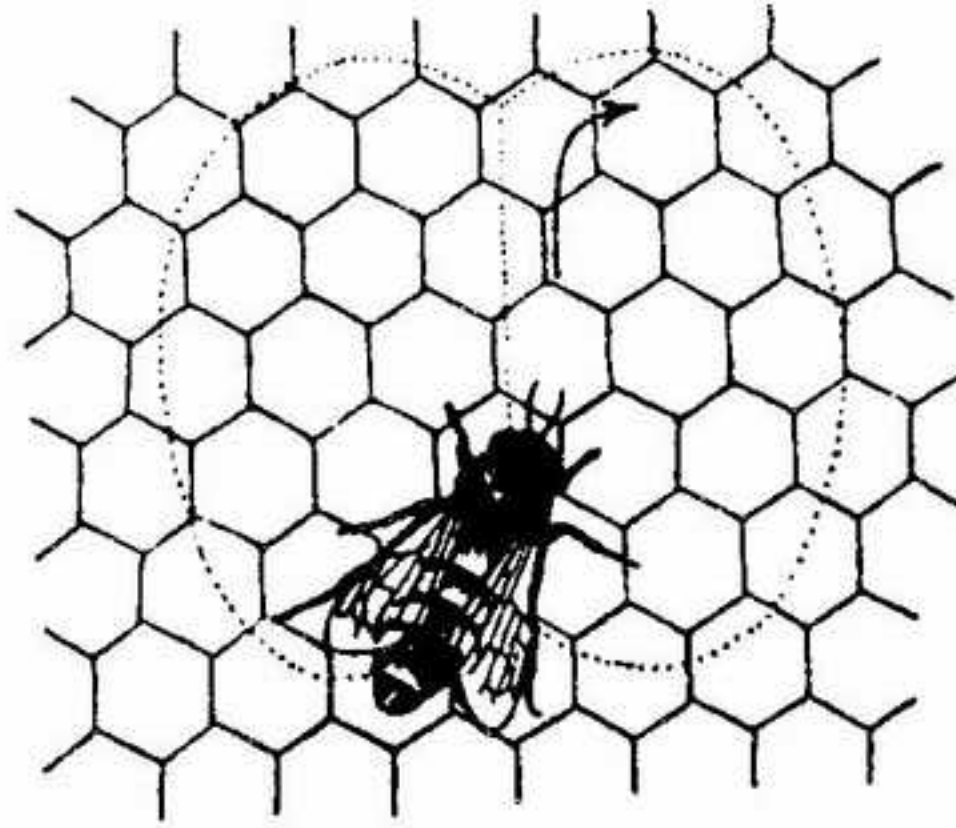
Chauvin, Rémy: *The World of an Insect* (Weidenfeld & Nicolson, 1967).

Farb, P., y otros: *The Insects* (Time-Life International, 1969).

Frisch, Karl von: *The Dancing Bees* (Methuen, 1966). Karl von Frisch, tras años de cuidadosa investigación, desveló la historia de



cómo las abejas comunican la información exacta sobre la distancia y dirección de la fuentes de alimento. Ese libro narra maravillosamente esa historia.



- Manning, S. A.: *The Insect World* (World's Work, 1971). Guía práctica para encontrar y observar insectos en árboles y estanques.
- Newman, L. H.: *Man and Insects* (Aldus, 1965).
- Savory, T. H.: *Spiders* (Ginn, 1971). Libro útil y sencillo sobre las arañas británicas, que ofrece detalles de cómo mantenerlas e indica algunos experimentos nada complicados para observar su comportamiento.
- Tweedie, Michael: *Pleasure from Insects* (David & Charles, 1968). Obra introductoria con instrucciones pormenorizadas para la observación de insectos y algunos consejos acerca de cómo mantenerlos y fotografiarlos. Contiene una bibliografía de obras útiles sobre insectos.
- Wigglesworth, V. B.: *The Life of Insects* (Weidenfeld & Nicolson, 1964). Archiconocida introducción a la biología de los insectos.

### Obras más especializadas

- Carthy, J. D.: *Animal Navigation* (Allen & Unwin, 1956). Buena introducción al estudio de la orientación, aunque no está al día en todos los aspectos.
- Fabre, J. M.: *The Works of J. M. Fabre: The Hunting Wasps y The Works of J. M. Fabre: More Hunting Wasps*, traducción de Alexandre de Matos. Hodder & Stoughton, 1919. Libro clásico acerca del comportamiento de los insectos, tan actual como siempre.

Tinbergen, Niko: *The Animal in its World* (Allen & Unwin, volumen I, 1972; volumen II, 1973). Selección de artículos científicos que incluye la mayoría de los artículos originales sobre la *Philanthus*, así como material relativo a las partes dedicadas a las gaviotas y a la importancia del color respecto a la supervivencia.

### Sociedades

- Amateur Entomologists' Society*, 18 Golf Close, Stanmore, Middlesex. Sobre todo para principiantes jóvenes.
- British Entomological and Natural History Society*, c/o The Alpine Club, 74 South Audley Street, Londres W 1. Se ocupa fundamentalmente de la relación de lepidópteros.
- Royal Entomological Society of London*, 41 Queens Gate, Londres SW 7. La sociedad por excelencia para entomólogos profesionales. Edita algunas útiles guías de identificación.
- The British Arachnological Society*; para informes dirigirse a J. R. Parker, Pear Tree House, Blennerhasset Green, Carlisle, Cumberland. Se pueden afiliar tanto departamentos como personas; organiza cursos de investigación de campo de vez en cuando.



SEGUNDA PARTE

EL COLOR COMO FACTOR  
DE SUPERVIVENCIA



## IV. ESTUDIOS SOBRE EL MIMETISMO

La diversidad de arquetipos de color existentes en la naturaleza es casi infinita. Pero la mayoría de las personas, zoólogos incluidos, sólo tienen una idea muy vaga de su verdadera e inmensa amplitud. El naturalista y el artista son quizá, entre el común de los hombres, los más familiarizados con esta faceta de la naturaleza. El naturalista, aunque participe de la admiración del artista por todas esas pautas diferentes, siempre se pregunta por la razón de su existencia. Hace tiempo ya que se desechó la idea de que están ahí para nuestro deleite; los grandes naturalistas del pasado —Bates, Wallace, Darwin y Müller— ofrecieron hipotéticas explicaciones en el sentido de que muchos arquetipos de color confieren gran ventaja a sus portadores, que, en cierta forma, se han visto forzados a desarrollarlas bajo pena de exterminio.

A falta de trabajo experimental, esas ideas no pasaron de ser hipótesis. En los últimos decenios, sin embargo, se ha realizado mucha experimentación; desde nuestros campamentos de verano en Hulshorst, y más tarde desde Oxford, también aportamos nuestro grano de arena al cuerpo creciente de conocimientos en este campo. Parte de nuestro trabajo se ocupó del mimetismo, y otra parte, de los colores advertidores.

### ALGUNOS PRINCIPIOS Y EJEMPLOS

Cuando empezamos nuestras observaciones, ya estaba sobre el tapete una cuestión fundamental. Durante mucho tiempo se había sostenido que los animales que se mimetizan a nuestra mirada, también son invisibles para sus predadores y que así obtienen pro-

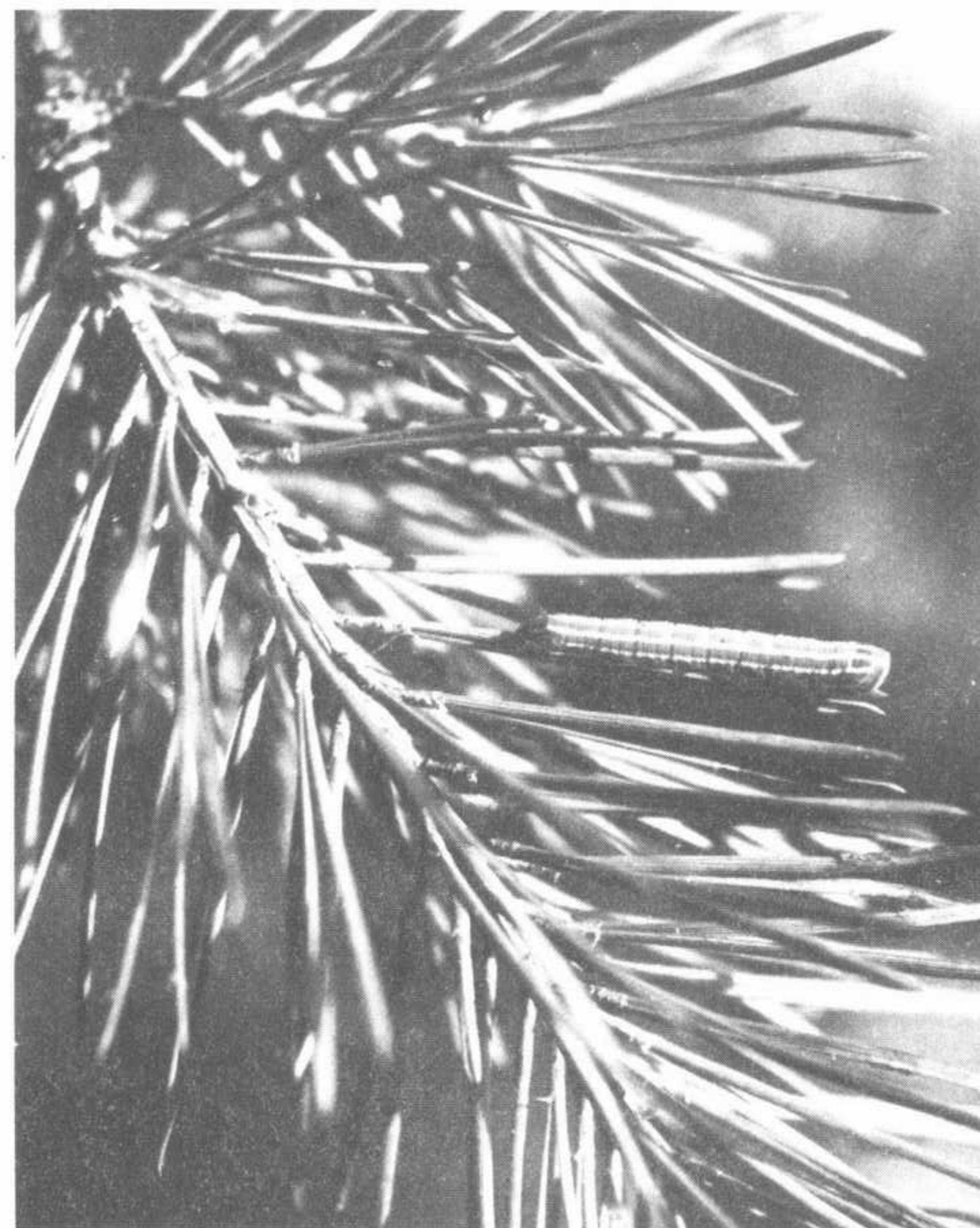


tección del mimetismo en condiciones naturales. Pero las críticas señalaban, con razón, que no estaba en absoluto probado que los predadores reaccionaran de la misma forma que nosotros. A medida que se poseían más datos acerca de las distintas funciones sensoriales de los animales, se hizo evidente que muchos predadores responden a aspectos de su víctima que nada tienen que ver con su apariencia visual —por ejemplo, a su olor. Como hemos indicado, la *Ammophila* parece ser uno de ellos, y de resultas, consigue vivir por entero a costa de orugas perfectamente mimetizadas. Zoólogos muy críticos al respecto se han inclinado incluso hacia el otro extremo y, en vez de otorgar a la hipótesis del mimetismo el beneficio de la duda, han manifestado que es un disparate mayúsculo. Con todo, esto pertenece al pasado, pues en buen número de casos se ha sometido a comprobación experimental la hipótesis del mimetismo y ha demostrado ser válida.

Una de las series de experimentos más convincentes es la realizada por Sumner. Como víctima usaba un pez, la *Gambusia*, la cual, como tantos animales, puede cambiar de color para acomodarse al del entorno. Una vez adaptada, necesita varias horas de readaptación cuando se la expone a un nuevo fondo. Los experimentos de Sumner consistían en tomar igual número de peces claros y de oscuros —cobijándolos en un gran depósito, o bien claro, o bien oscuro— y someter el grupo resultante a predación. Cuando habían sido capturados más o menos la mitad de los peces, interrumpía el experimento y contaba el número de supervivientes de cada categoría. Como predadores empleaba peces carnívoros, pingüinos y garzas. En todas las pruebas encontró que sobrevivían más peces miméticos que no miméticos. Los experimentos de Sumner, efectuados con muchos centenares de peces, y con tres clases distintas de predadores, resultan muy convincentes.

Algo similar se ha hecho ahora con otras especies miméticas, tras lo cual es imposible ignorar o negar la conclusión de que el mimetismo desempeña un papel en la naturaleza. Pero todos los estudios publicados hasta el presente se interesan sólo por un aspecto del mimetismo: la armonía del colorido de un animal con su entorno. El mimetismo, sin embargo, supone mucho más que eso.

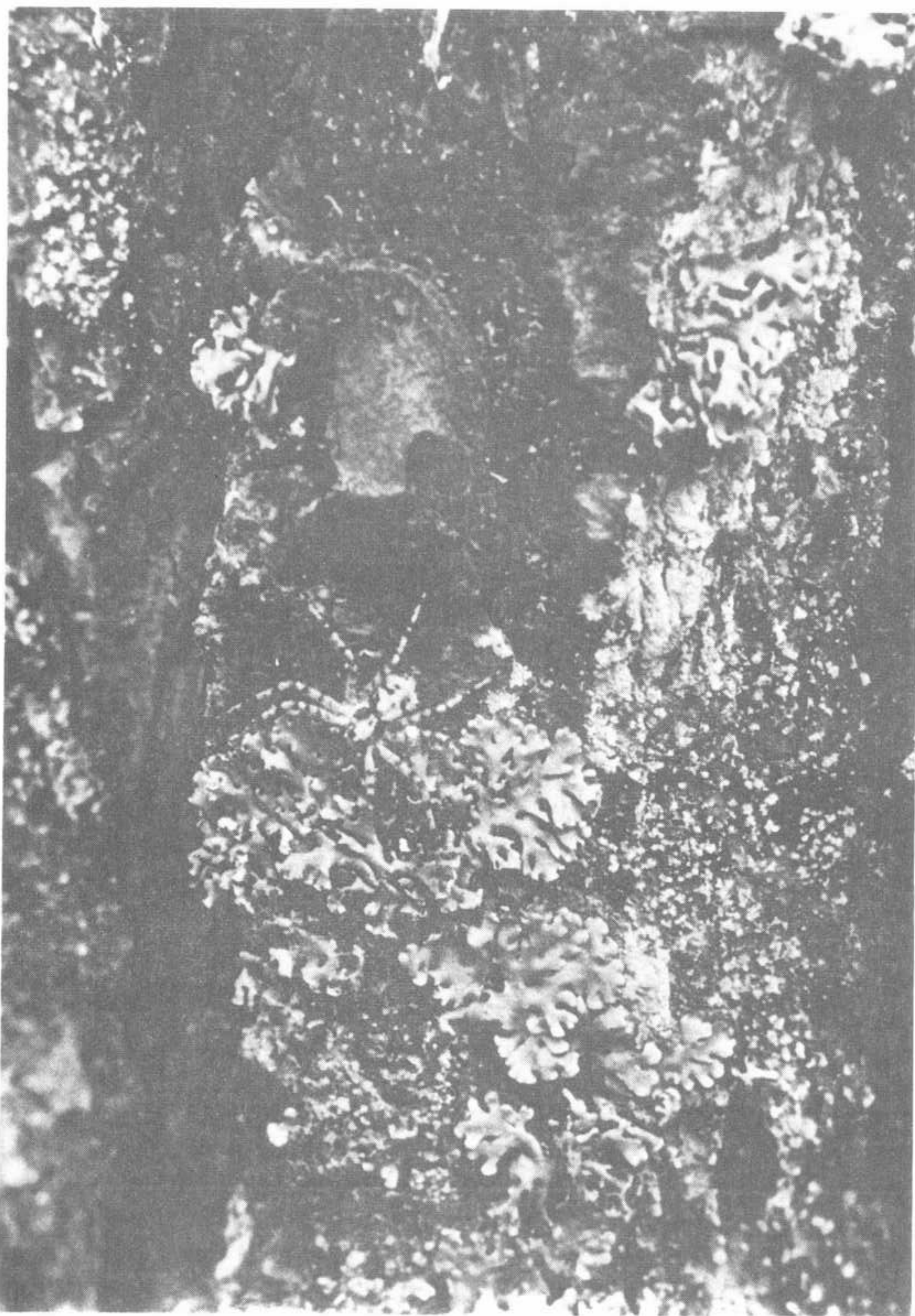
Numerosos animales miméticos practican la coloración disruptiva, que descompone la silueta del cuerpo y contribuye a diluirlo entre los objetos de análoga forma y color de su medio ambiente. La fauna de los líquenes que tapizaban muchos de los árboles del bosque que estudiábamos, nos brindó magníficos ejemplos de colo-



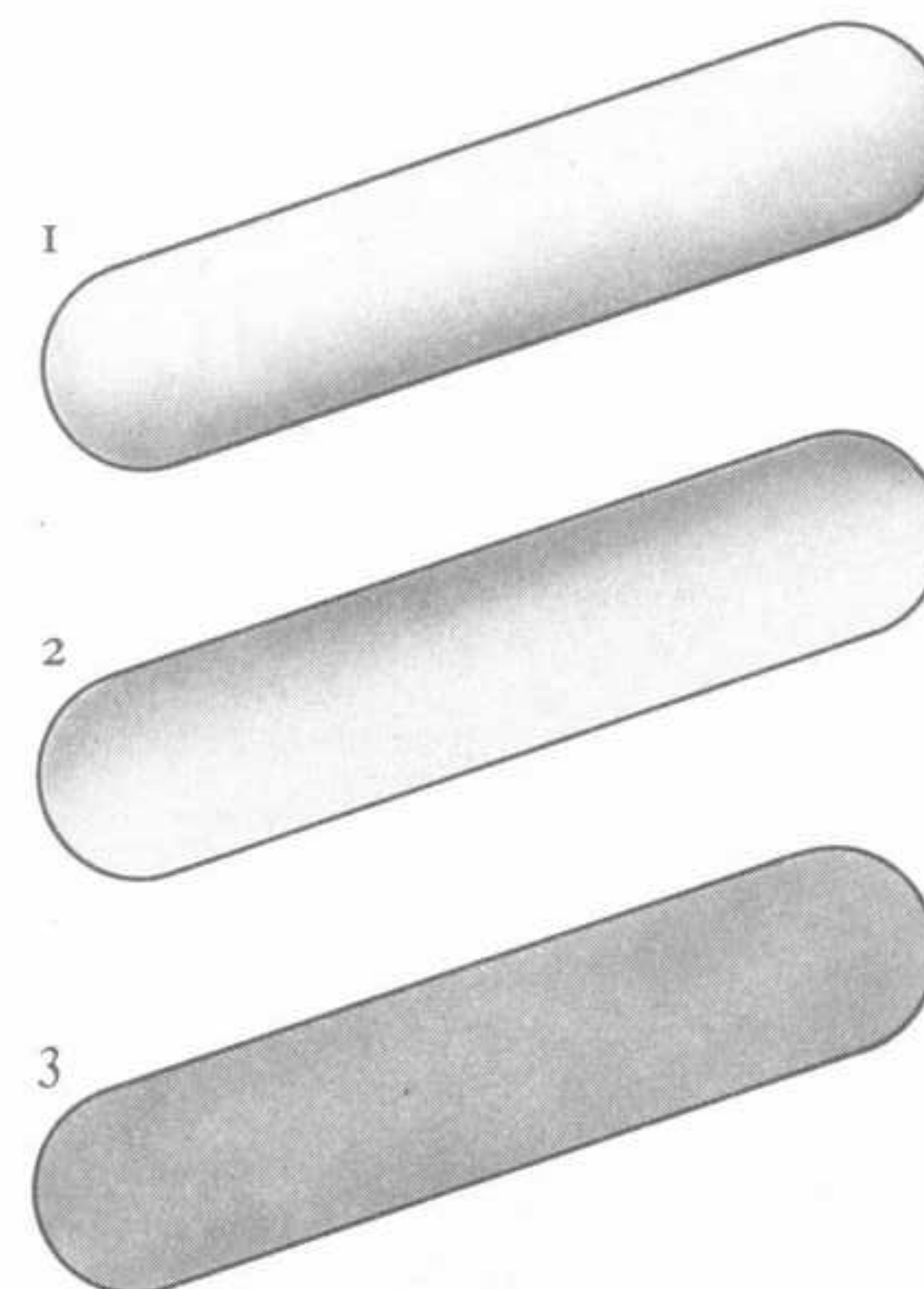
Las listas de una oruga de esfinge del pino armonizan con las acículas de la conífera.

ración disruptiva. Varias mariposas nocturnas, una chinche, un escarabajo y una araña vivían en ellos. Todos presentaban un color de fondo grisazulado pálido, reproducción exacta del de algunos líquenes, y mostraban, sin excepción, una distribución de puntos oscuros, irregulares, fácilmente confundibles con las sombras y manchas oscuras de los líquenes. Uno de ellos era la géometra del abedul. Era asombroso cómo una mariposa nocturna tan grande, posada al des-





Un ejemplo típico de "mimetismo liquénico": araña (*Phillodromus*) en un árbol tapizado de líquenes.

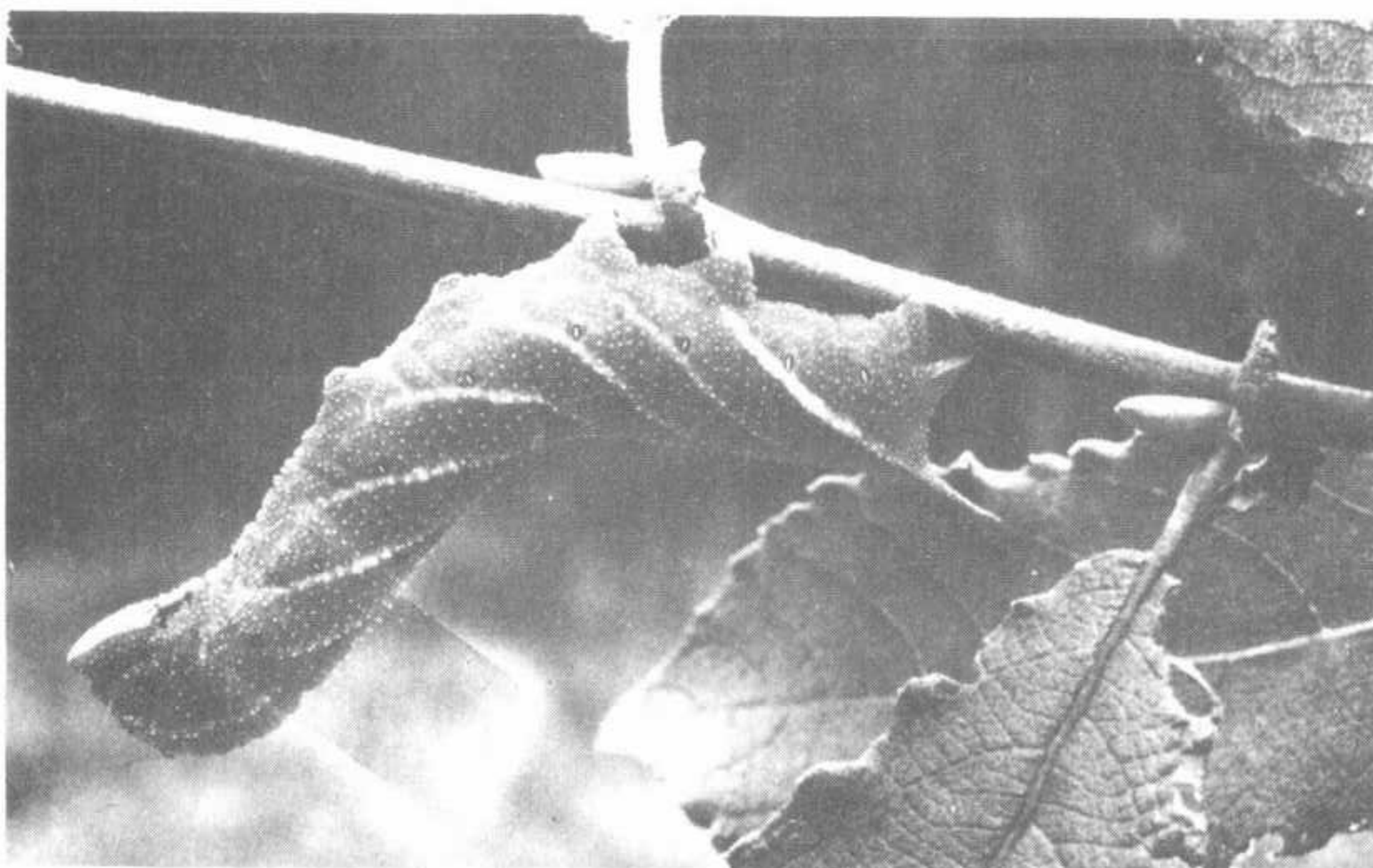


El principio del contrasombreado: 1) Un cilindro con coloración uniforme, iluminado desde arriba, parece redondeado por la sombra de la parte inferior. 2) Cilindro contrasombreado iluminado de costado. 3) Si el cilindro contrasombreado se ilumina por arriba, sombra y color se combinan para que el cilindro parezca plano.

cubierto, podía desaparecer de la vista merced al disimulo. Las larvas de la esfinge del pino son también un buen ejemplo de ello.

Otro caso muy diferente es el contrasombreado. Los objetos cilíndricos, por mucho que se parezcan a su medio ambiente en cuanto a color, dan sombra y, por tanto, pueden destacar visualmente como algo en relieve. Dado que muchas orugas viven entre hojas planas, su forma cilíndrica y su correspondiente sombra las haría visibles a pesar de su adaptación cromática general. Muchas resuelven esta dificultad siendo más oscuras del lado que por lo común se dirige a la luz, y presentan en el costado de sombra una gradación continua hacia el tono más claro del flanco opuesto. El efecto de este "contrasombreado" es casi increíble; puede hacer que objetos en relieve parezcan planos, y es asombroso cómo aun orugas grandes se las ingenian para desaparecer entre las hojas valiéndose de esta triquiñuela. A menudo he mostrado orugas de este





El contrasombreado en la naturaleza. La oruga de esfinge ocelada en su posición natural aparece uniformemente sombreada y da la impresión de ser plana (arriba). Sin embargo, si colocamos la oruga al revés, la sombra producida por la luz desde arriba se suma al contrasombreado y resalta su "redondez".



*Ennomos alniaria* en un abedul.

tipo a nuestros visitantes y reparado en su expresión de incredulidad al girar una ramita y hacerles caer súbitamente en la cuenta de que habían pasado por alto una gruesa larva del tamaño de su dedo meñique.

Muchos animales se han especializado en otra clase de ardid: toman el aspecto de objetos que los predadores ven, pero que desprecian por no ser comestibles. Las orugas-rama son un ejemplo perfecto de esta "especial similitud". Aquí, una vez más, anda de por medio la semejanza de color; ahora bien, para conseguir pasar





*Ennomos quercinaria* en una ramita de roble.

inadvertido, eso no es suficiente, ni mucho menos. Vimos un considerable número de esas orugas en los robles y abedules de los bosques próximos a Hulshorst, y decidimos hacer algunos experimentos con ellas. Eran, sobre todo, larvas de geómetra del abedul, así como de *Ennomos alniaria* y *E. quercinaria*, y vencimos su mimetismo sacudiendo los abedulitos que crecían en la arena desnuda, de manera que cayeran en un medio inarmónico. Existía una razón de peso para elegir tales ejemplos extremos de mimetismo altamente

perfeccionado: si se había de tener a la selección natural como responsable de esas extraordinarias y detalladas imitaciones de ramitas, entonces debía ser posible dar con los seleccionadores adecuados. Teníamos que encontrar, al menos, un seleccionador que no sólo fuera engañado por las orugas-rama, sino que pudiera detectar de inmediato pequeños defectos de adaptación y así mantener la presión hacia el perfeccionamiento. Un reparo planteado a menudo a la teoría de la selección natural en su aplicación a estos fenómenos es la supuesta improbabilidad de que las aves, o cualquier otro animal, tengan suficiente capacidad de diferenciación para actuar como sutiles seleccionadores. Habiendo descubierto cosas muy notables sobre la visión de las aves en el transcurso de otros trabajos, daba prácticamente por seguro que podían ser seleccionadores mucho más rigurosos que los seres humanos, pero mientras no los sometiéramos a pruebas experimentales, de poco servían las convicciones de este género.

## LOS PRIMEROS EXPERIMENTOS CON ARRENDAJOS

Los arrendajos fueron las primeras aves puestas a prueba: elección muy acertada, según veremos más adelante. Como queríamos trabajar con pájaros cautivos que no tuvieran experiencia con este tipo de alimento insectil, se sumó una nueva faceta a nuestra vida de campamento. Meses antes de que abandonáramos Hulshorst, tuvimos que sacar arrendajitos de sus nidos, criarlos a mano y acostumbrarlos a vivir en una pajarera. Luego hubo que traerlos al campamento y proporcionarles alojamiento adecuado. Construimos cuatro jaulas plegables, de 1 × 1 × 1 metros, y pusimos un pájaro en cada una. Levantamos las jaulas en el bosque, al abrigo de un cobertizo de lona. Junto a ellas había una gran pajarera experimental, no protegida. Mediante unas puertecillas que abríamos y cerrábamos a voluntad, dejábamos entrar, por separado, a los arrendajos, y allí podíamos observarlos cuando se enfrentaban con nuestro montaje.

Los primeros experimentos, aunque simples, nos proporcionaron algunos datos preciosos. Los hicimos con varias *Ennomos alniaria*, más abundante que las *E. quercinaria*. A pesar de su nombre, capturamos todas estas orugas en abedules y parecían ramas de abedul. Algunas las ofrecíamos a los arrendajos en ramas con hojas, adoptando su posición natural; otras las echábamos al suelo, pro-





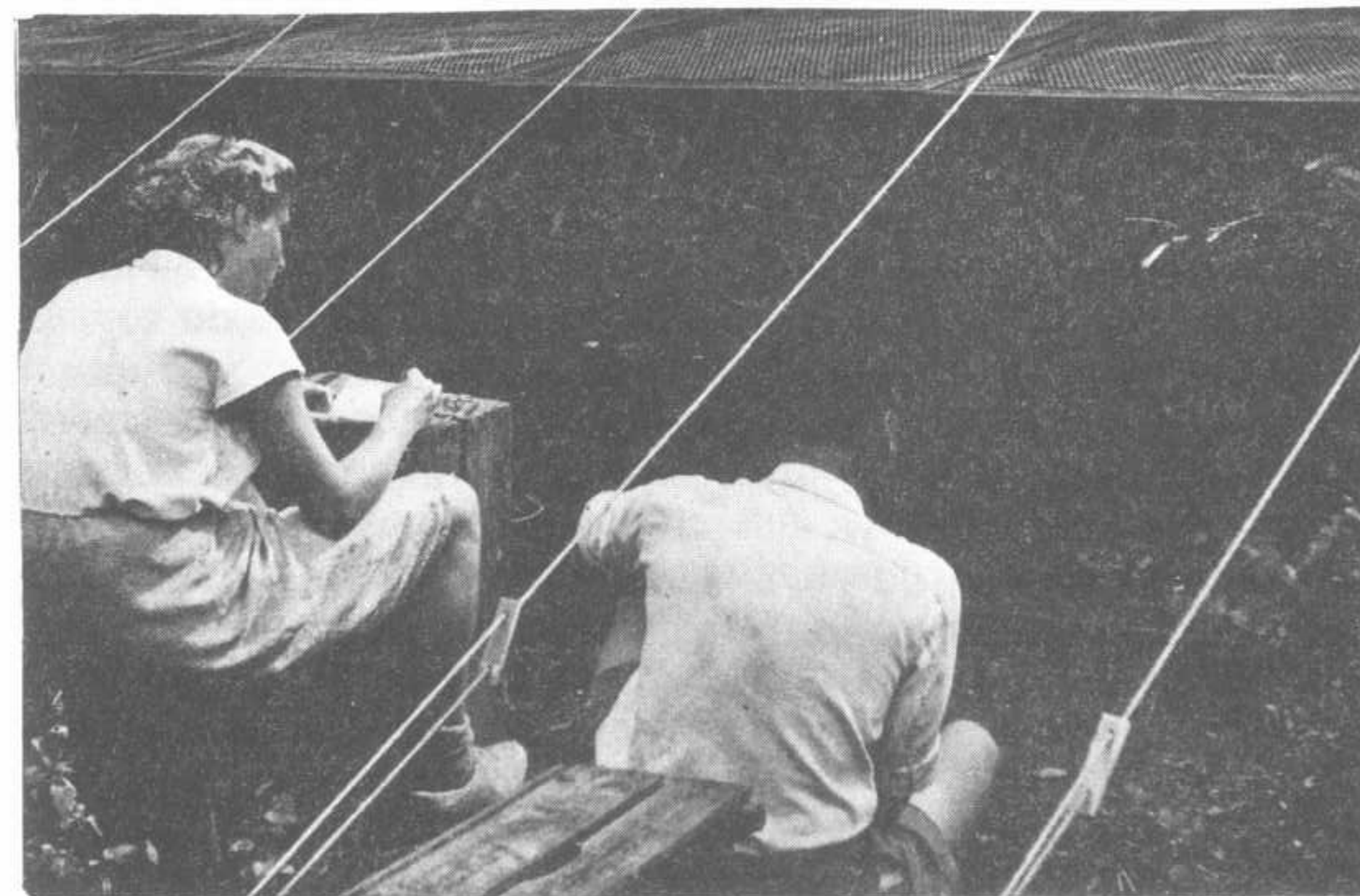
porcionándoles, además, ramitas auténticas del tamaño aproximado de las larvas.

Nuestros arrendajos estaban acostumbrados a que se les diera de comer en la pajarera. Por lo general, recibían gusanos de la harina y, de vez en cuando, se les habían dado insectos silvestres, pero nunca orugas-rama. Con todo, habían visto y picoteado ramitas. Como los arrendajos cautivos escudriñan todo lo que les resulta nuevo, les brindamos la oportunidad de hacerlo; así llegaron a estar tan habituados a las ramitas como sus hermanos del campo. Ser admitido en la pajarera significaba ser alimentado, de modo que cualquier arrendajo, al entrar en ella, empezaba a buscar por todos los lados. No podía saber, sin embargo, qué clase de alimento le

esperaba; todos los arrendajos comenzaban el experimento completamente "libres de prejuicios".

Para satisfacción nuestra, el primer arrendajo no encontró las larvas al principio. Pasó y repasó por delante de ellas, picoteando aquí y allá a título exploratorio. Esta situación se prolongó unos veinte minutos. Ya estábamos pensando qué hacer a continuación, cuando, de repente, el arrendajo pisó una larva. Eso fue demasiado incluso para una *Ennomos*, que renunciando a las ventajas de permanecer inmóvil, empezó a culebrear. El arrendajo la levantó en seguida, la golpeó contra el suelo una o dos veces y se la tragó. Ahí había ya una indicación de la importancia de la inmovilidad en combinación con el mimetismo. Nada más engullir la larva, el arrendajo miró a su alrededor y, saltando veloz por la jaula, recogió una ramita. La picoteó, la arrojó, dió unos saltitos, cogió otra ramita, y así sucesivamente, una tras otra, en rápida sucesión. Al final, después de varios errores, perdió todo el interés y olvidó orugas y ramitas por igual.

Ahora bien, éste fue uno de esos afortunados bises que aun los experimentos minuciosamente preparados ofrecen a veces de manera muy inesperada. Si el arrendajo se hubiera limitado a no molestar a las larvas, poco habríamos podido concluir. Cabía que fuera por estar saciado o inquieto. En el mejor de los casos, un experi-

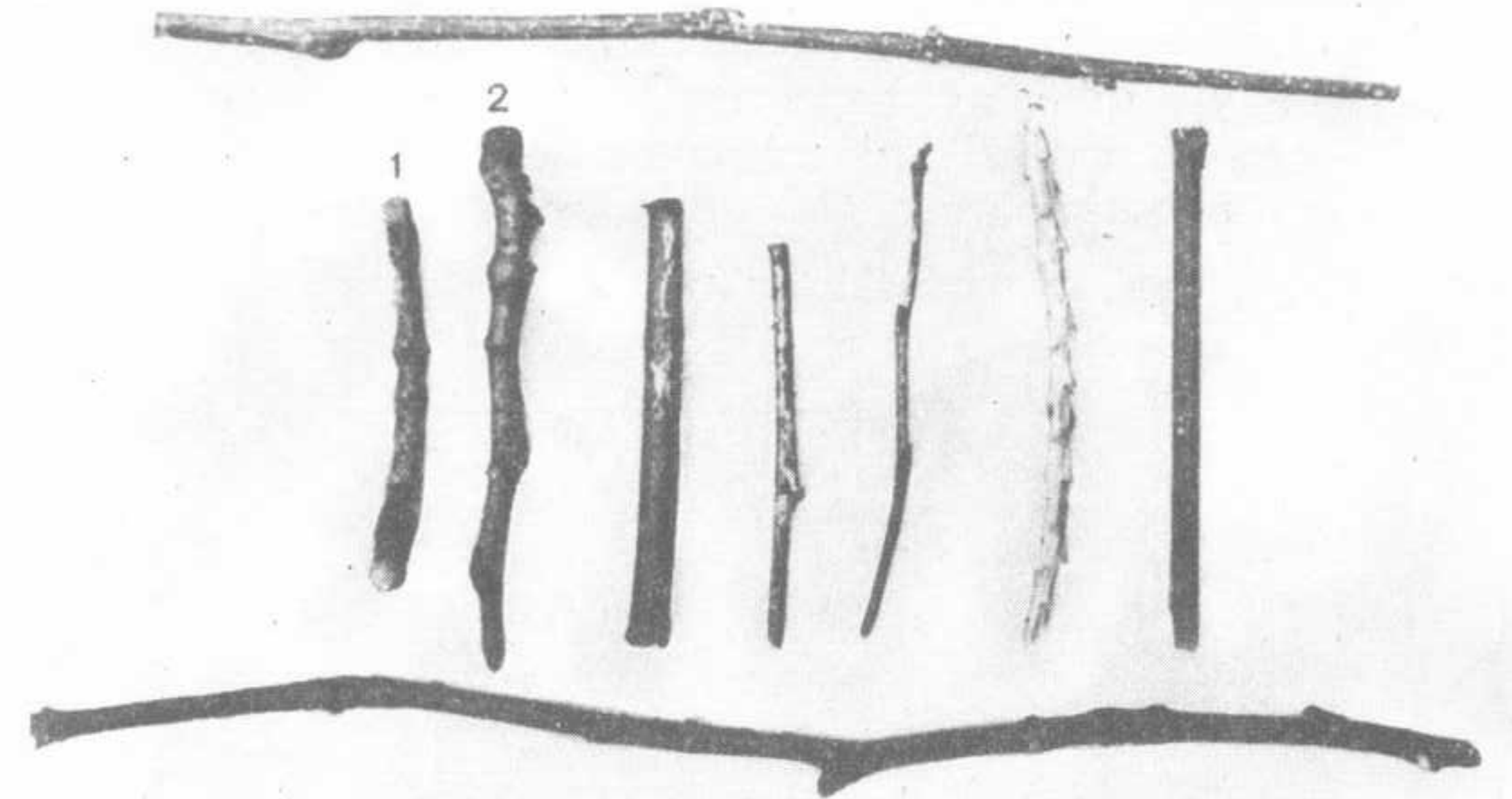




mento de control con larvas destacando sobre un fondo blanco, por ejemplo, sin ramitas, podría haber hecho, de dar un resultado distinto, significativo el experimento precedente. No obstante, nosotros teníamos a la vista un resultado en verdad positivo: el arrendajo había cogido las ramitas, pero sólo después de haber descubierto una larva —lo cual, en sí mismo, fue a todas luces una casualidad. Por consiguiente, en un único experimento realizado habíamos advertido:

1. Que el arrendajo no reparaba en la larva hasta que se movía.
2. Que se comía a la oruga con ansia una vez descubierta.
3. Que confundía las ramitas con las orugas.
4. Por tanto, que, en principio, ignoraba a las ramitas y las orugas indistintamente, porque, para él, todas eran “simples ramitas”.

A raíz de este primer resultado alentador, mi colega, L. De Ruiter, se aplicó al trabajo con fervor. Realizó parte de él en Hulshorst, entre 1946 y 1948; el resto, en Oxford, en 1951. En estos experimentos confirmó nuestras conclusiones originales y añadió, además, algunos resultados complementarios de máximo interés. Había tenido que interrumpir los experimentos sobre mimetismo en saltamontes, porque los arrendajos siempre los descubrían en diez segundos; con las orugas-rama, por el contrario, a menudo les llevaba de veinte a treinta minutos dar con la primera. Los arrendajos solían topar con ellas por azar, al pisarlas, pero su comportamiento posterior era en extremo sugestivo. De ordinario empezaban por picotear ramitas y orugas indistintamente aunque en la primera mitad del experimento hubieran patentizado una manifiesta falta de curiosidad por cualquiera de ellas. Si bien no todos los pájaros se comportaban de esta manera, casi siempre hallaban todas las orugas al poco de encontrar la primera. Tanto éste como posteriores experimentos parecían confirmar que ciertos enemigos naturales de las orugas-rama, como el arrendajo, eran capaces de distinguir las orugas de las ramitas. Si es así, entonces el superlativo grado de perfección con que los insectos imitan las ramitas de su específica planta alimenticia, debe ser de vital importancia. En estos términos, daba la impresión de que habíamos tenido una gran suerte con la elección de nuestros pájaros: nos demostraron que existían realmente seleccionadores lo suficientemente “rigurosos”.



¿Ramitas u orugas? Todas ellas fueron empleadas para comprobar la capacidad de distinguir de los arrendajos. En realidad, la 1 es una oruga de *Ennomos* y la 2 es la única ramita que los arrendajos confundían con las orugas.

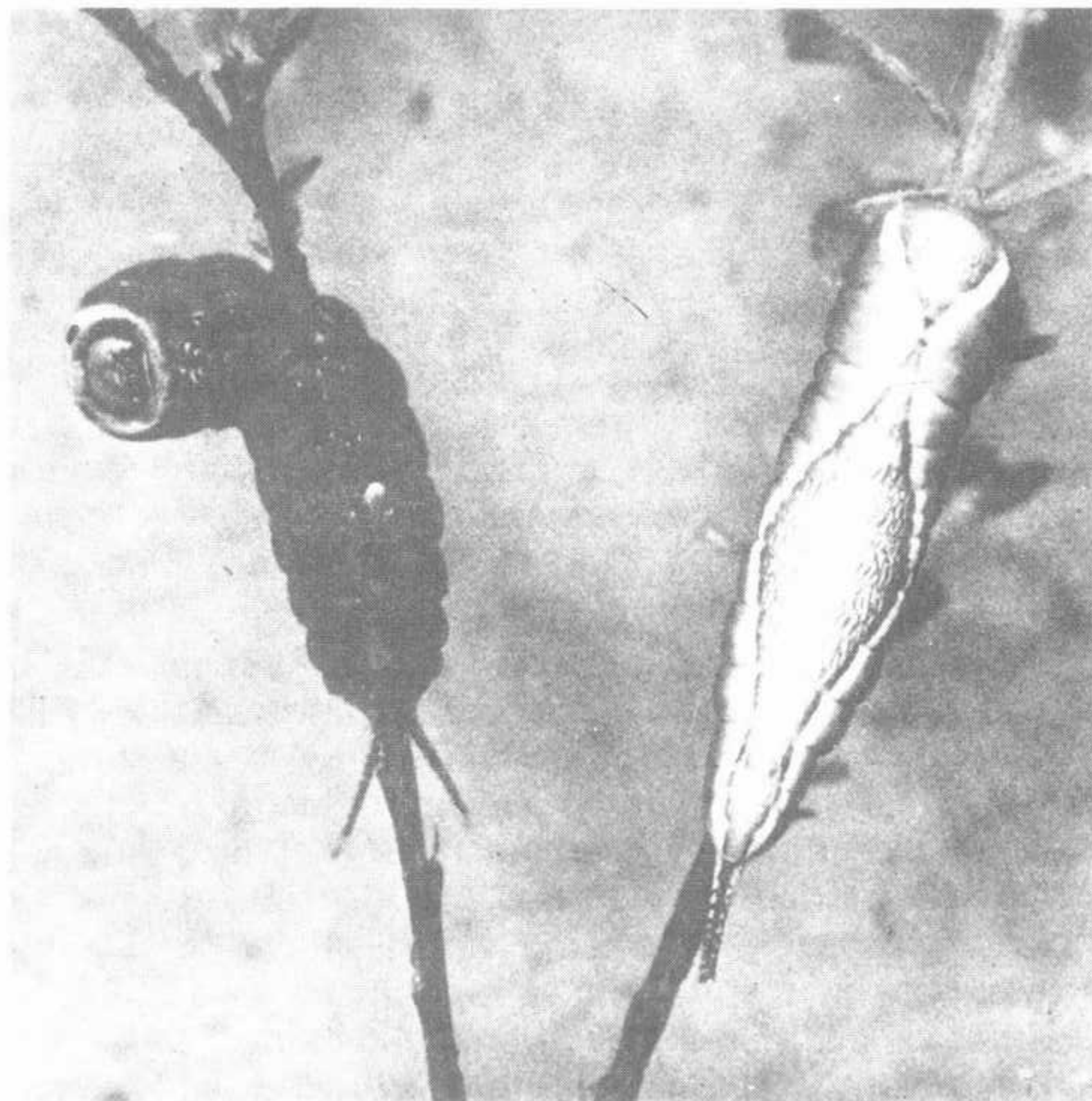
## CONTRASOMBREADO

Otro apartado del trabajo de De Ruiter se ocupaba del contrasombreado. Decidió averiguar si el contrasombreado de la harpía ejerce el mismo efecto en sus predadores naturales que en nosotros. ¿Gana protección la oruga compareciendo plana y no en relieve? Por descontado, quizá a las aves no les parezca plana: todo depende de cómo los predadores naturales distingan entre objetos planos y en relieve. Nosotros mismos empleamos, sin darnos cuenta, más de un criterio de tridimensionalidad; la sombra es uno de ellos. Que nos valemos de ella, es evidente por el hecho de que los objetos pintados sobre una superficie plana pueden ofrecérsenos en relieve. Pero quienquiera que haya visto fotografías tridimensionales, convendrá que existe una gran diferencia entre aquéllas y las imágenes bidimensionales que se encomiendan fundamentalmente a la sombra. El contrasombreado proporcionaría mucha protección si el arrendajo juzgara la tridimensionalidad más bien mediante visión binocular que por sombreado.

¿Cómo se podía investigar esto? Había que comparar la vulne-

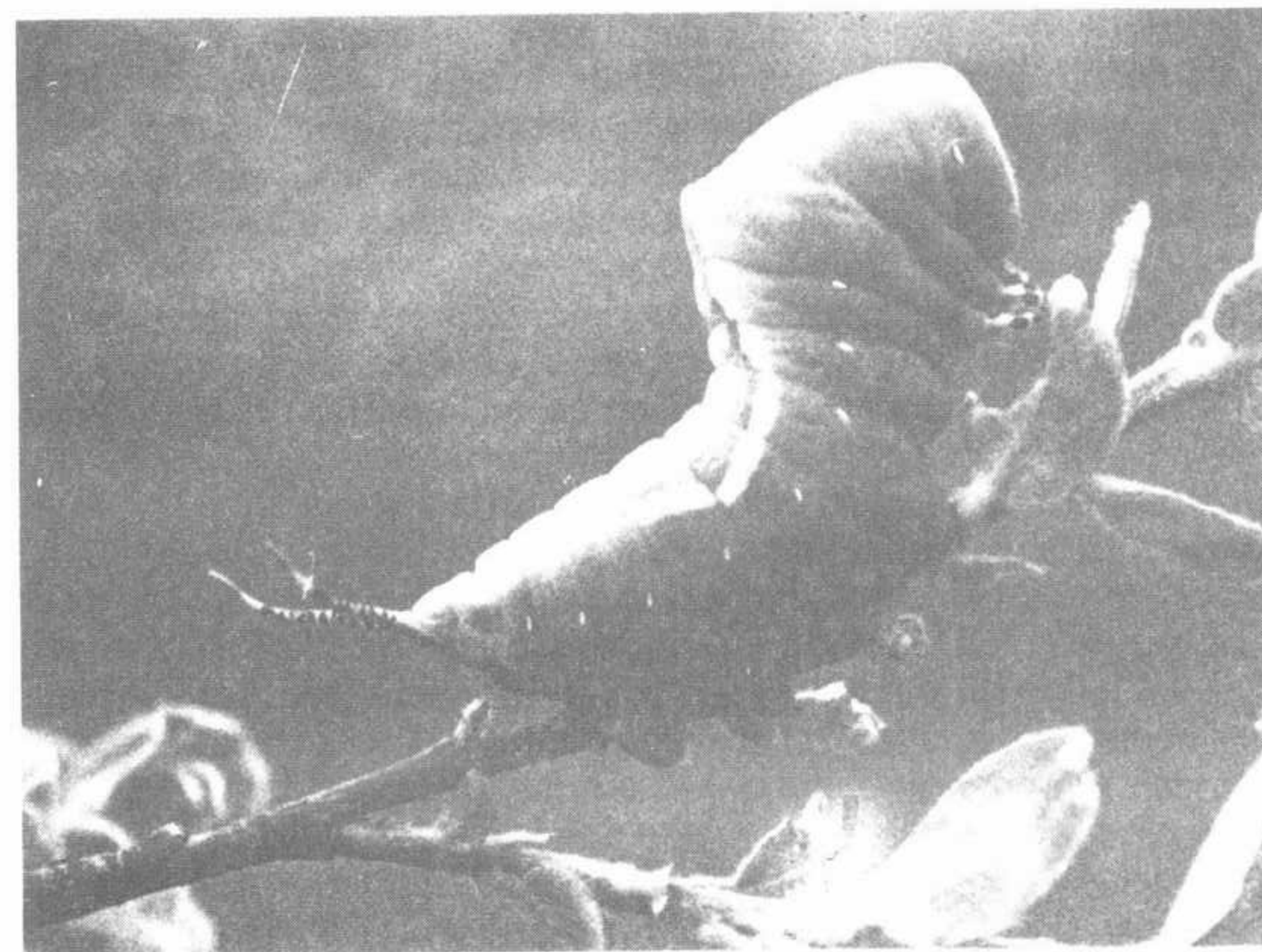
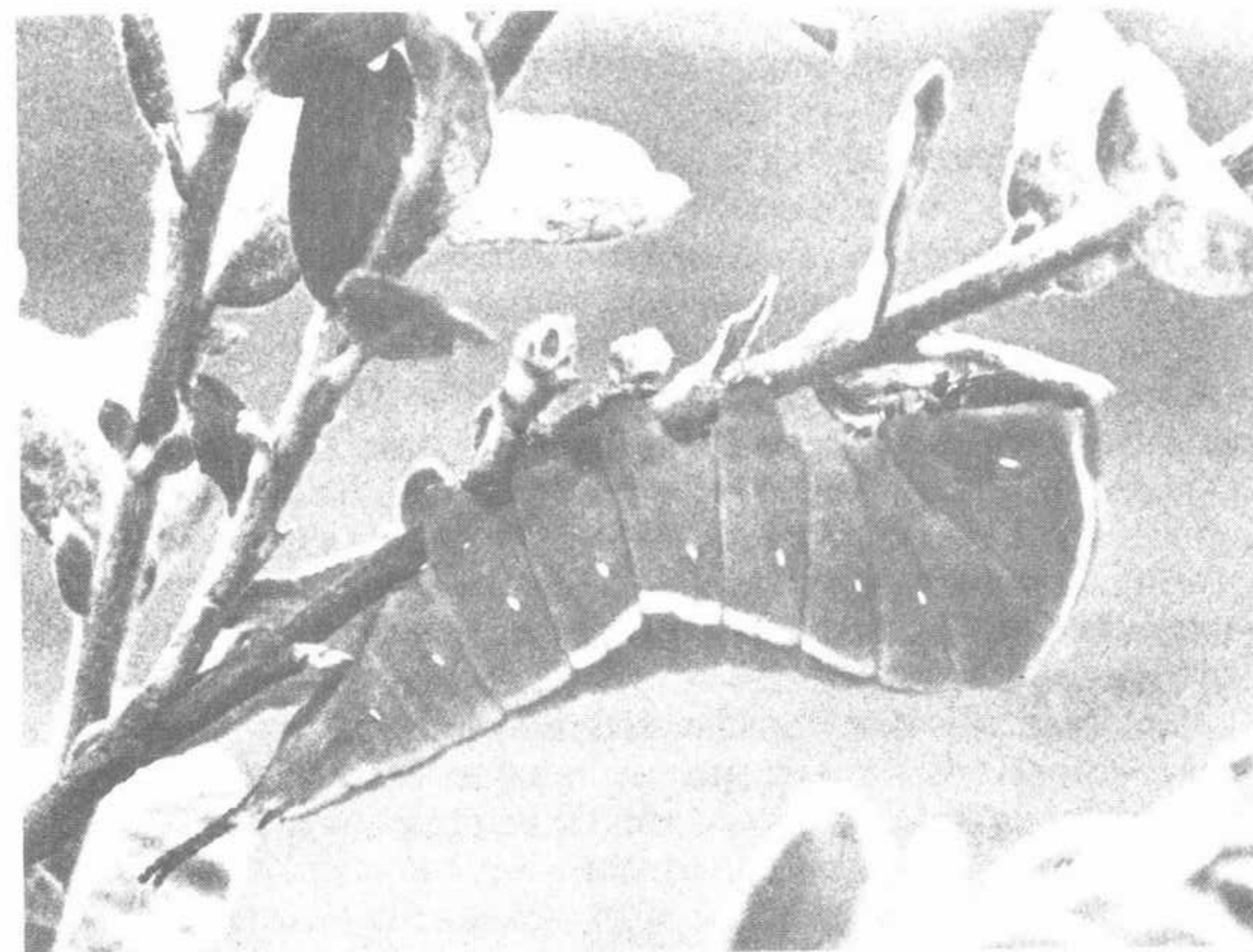


rabilidad de esas orugas en condiciones normales y en condiciones que las privaran de las ventajas del contrasombreado. Cabía hacerlo de varias formas: dándoles la vuelta, iluminándolas desde abajo, o pintándolas uniformemente de verde. De Ruitter tomó partido por el primero y tercer métodos, porque creyó que, iluminando la jaula por debajo, podía molestar a los arrendajos e invalidar todos los experimentos.



Dos orugas de harpía vistas e iluminadas desde arriba. Una muestra lo claro que es el dorso y la otra, lo oscuro que es el lado ventral.

Oruga de harpía en su posición natural (arriba) y en una posición anómala (abajo). La oruga, en la primera posición, aún es más difícil de detectar porque la línea blanca la divide, visualmente, en dos partes, cada una de las cuales está contrasombreada.





Estos ensayos requerían considerable preparación. En primer lugar, era imprescindible una buena provisión de larvas. Por tanto, tuvimos que criarlas —lo mismo que grandes cantidades de otros insectos, para alimentar a los arrendajos entre los experimentos— en jaulitas que conservábamos en el campamento. Además, tenían que ser una réplica de la situación natural lo más exacta posible. Esto conllevaba disponer una vegetación densa (para que los arrendajos no encontraran en seguida siquiera las larvas normales). En Hulshorst, antes de cada experimento, decorábamos la pajarera con ramas recién cogidas de las plantas que sirven de alimento a las orugas. Más tarde, en Oxford, donde se utilizaba una pajarera de  $9 \times 9 \times 2$  metros, la vegetación arbustiva espontánea cercada por aquella proporcionaba un medio ambiente ideal. Había que mantener baja la densidad de larvas con el fin de que no estuvieran demasiado a mano de los pájaros; así pues, en cada ensayo sólo se empleaban cuatro larvas. Por último, era imprescindible suprimir los movimientos de éstas, dado que vueltas al revés tendían a recuperar su posición natural y, por tanto, se movían más de lo que lo harían de no estar giradas. Así, primero las matábamos con vapores de cianuro y luego las pegábamos a las ramas.

En cada experimento se ofrecía igual número de orugas en posición normal que en posición invertida, y se observaba el comportamiento de los arrendajos. Éstos, acostumbrados a recibir alimento, y siempre razonablemente hambrientos, al permitirles entrar en la pajarera emprendían una búsqueda cabal y sistemática, brincando de rama en rama y husmeando ansiosos entre el follaje con exageradas contorsiones del cuello.

Como cada ensayo exigía tan cuidada preparación, se hicieron relativamente pocos; ahora bien, los resultados fueron muy halagüeños. Usando orugas de cinco especies distintas (endromis de los sauces, esfinge ocelada, esfinge del aligustre, esfinge del tilo y harpía) y tres arrendajos, se encontró que, cuando se ofrecía el mismo número de larvas invertidas que de normales, descubrían ciento sesenta y siete invertidas frente a sólo ciento siete en posición normal. Los tres pájaros reaccionaron de distinta manera (uno de ellos era más hábil que los otros en hallar orugas normales) y las cinco especies de insectos registraron distintos grados de protección (la esfinge del pino y la esfinge ocelada estaban mejor defendidas que las demás) pero la conclusión general —por ejemplo, que dar la vuelta a las orugas contrasombreadas conlleva un considerable incremento del riesgo— era inamovible.

Cabía argüir que, como las larvas invertidas estaban fijas en lo alto de una rama, mientras las normales colgaban de ésta, estas últimas se hallaban simplemente disimuladas por la rama y que sería ésta, y no el contrasombreado, la causa de que no las descubrieran tan a menudo. Sin embargo, de ochenta y cinco veces que De Ruijter observó con sumo cuidado cómo el arrendajo se aproximaba a la víctima, en cincuenta y una lo hizo por debajo, al mismo nivel en quince, y por encima sólo en diecinueve. Por tanto, eran las larvas normales, si acaso, las que estaban más expuestas.

Era muy distinta la manera de acercarse los pájaros a uno y otro grupo de larvas. Reconocían a las invertidas a gran distancia, y se acercaban ansiosos. A las normales sólo las veían desde muy cerca.

Se realizó, además, una serie de experimentos con doce pares de larvas de harpía pintadas de verde. De éstas, descubrieron siete invertidas y nueve normales, y no se observó ninguna diferencia en el comportamiento de los arrendajos.

Todos estos experimentos, aparte confirmar la idea de que el contrasombreado proporciona protección frente a los arrendajos, nos impresionaron una vez más por la capacidad diferenciadora del ave. En cuanto a detectar una larva de esfinge ocelada en posición normal, superaban con ventaja a cualquiera de nosotros; el hecho mismo de que echaran la vista encima a ciento siete larvas normales en el total de experimentos, refleja que, incluso con su actual contrasombreado, casi perfecto, todas las especies que estudiamos deben estar bajo una fuerte presión de selección, habida cuenta la existencia de semejantes predadores.

Por cierto, en las excursiones de recogida, cuando todos competíamos vivamente por volver con la bolsa más llena, los niños siempre ganaban. Creo que la mejor explicación es que podían entregarse a la tarea con mayor perseverancia. Nosotros no sólo éramos adultos con los experimentos siempre en mente como objetivo último de la recogida; andábamos también atentos a la observación de otras cosas que sabíamos era dable encontrar. En este tipo de recogida, la monomanía es un bien inapreciable, y los pájaros quizá son, a este respecto, como niños.

## VIVIR CON ARREDAJOS

Tener esos arrendajos en el campamento nos brindó amplias oportunidades de realizar observaciones sobre su comportamiento



en general. Uno de sus rasgos más divertidos era su afición a imitar sonidos. Solía levantarme entre las seis y las siete de la mañana, y darme una vuelta de tienda en tienda, silbando el toque de diana y golpeando levemente cada una de ellas con un bastón. Al cabo de unas semanas, nuestros arrendajos empezaron a imitar a la perfección mi silbido. Cierta día acometieron su ejecución a las cuatro de la madrugada: dos de mis estudiantes se despertaron, se vistieron a toda prisa y salieron frotándose los ojos: sólo entonces se percataron de lo ocurrido.

Uno de los arrendajos, una hembra, se enamoró de un estudiante. Siempre que se aproximaba a la pajarera, dicha hembra interrumpía no importa qué estuviera haciendo, brincaba a la percha más cercana a su amado, erizaba las plumas del dorso, cuello y nuca, abatía las alas, ofreciéndose de costado, y emitía el curioso y traqueteante "scraaac" que tan a menudo se oye en primavera, en las asambleas de arrendajos. Reconocía a ese muchacho entre todas las demás personas sin la más mínima vacilación, e incluso lo identificaba cuando se acercaba oculto detrás de otros cinco o seis. Mostrarle parte de su rostro era suficiente para lanzarla al frenesí del cortejo. Tuvimos que rogar a nuestro compañero que se abstuviera de acercarse, bajo ningún concepto, a la pajarera cuando estuviéramos realizando un experimento.

Una vez, durante unos ensayos de tanteo con larvas de harpía vivas, la casualidad nos llevó a una interesantísima observación. Un arrendajo descubrió una de esas enormes orugas y la picoteó, con lo cual ésta le hizo una parada de advertencia y, al mismo tiempo, le arrojó a la cara el contenido de una glándula que tienen entre las patas delanteras. Dio un salto en el aire, soltó a la oruga chasqueando violentamente el pico (síntoma de sobresalto), y luego emprendió una extraña parada. Humillando la cabeza, abrió las alas y las puso delante del cuerpo a modo de escudo, de manera que las dos regiones azules casi se tocaban. Por entonces yo no conocía detalladamente el comportamiento general del arrendajo y pensé que ésa debía ser una actitud de amenaza. No obstante, mi amigo Derek Goodwin, que ha estudiado a fondo los arrendajos durante años, lo mismo en cautividad que en estado silvestre, me aseguró que nunca, ni para amenazar, ni para cortejar, se colocan de esta forma. En cambio, la adoptan precisamente cuando encuentran hormigas.

Muchas aves reaccionan de manera especial frente a las hormigas, en particular a las hormigas rojas de bosque. Se colocan o acurrucan entre ellas, las cogen y se las restregan por el plumaje. Los



arrendajos no atrapan hormigas, pero se acercan a ellas muy excitados, abren y abaten las alas, y efectúan esos movimientos de restregamiento, subiéndoseles en seguida los insectos encima cuando empiezan a actuar así. La función de este comportamiento es aún un misterio total; no obstante, está muy difundido y resulta fácil identificarlo.

Ahora bien, lo interesante es que nuestro arrendajo adoptaba la postura de "hormigueo" como respuesta a la larva de harpía, sólo cuando ésta le lanzaba un jeringazo. Como es harto sabido, la sustancia secretada por la glándula de la oruga es ácido fórmico, veneno usual entre las hormigas. Se diría, por tanto, que el arrendajo respondía al estímulo químico, lo cual es muy sugestivo porque, en los experimentos sobre visión en color, en arrendajos, que años atrás yo había realizado en el laboratorio, fueron muchos los indicios de que las aves en cuestión tenían un fino sentido del olfato, de modo que eran capaces de oler gusanos de harina que no podían ver ni oír. Nunca seguí esa línea de investigaciones, pero a la vista de las dudas acerca de la agudeza del sentido del olfato en las aves, espero hacer, algún día, un estudio más sistemático sobre los sentidos químicos de los arrendajos.



## LAS COMPLEJIDADES DEL CONTRASOMBREADO

Volviendo al contrasombreado, De Ruiter efectuó en el laboratorio algunos estudios complementarios para averiguar si los arrendajos utilizan la sombra para reconocer la tridimensionalidad de los objetos. Una vez más, se albergó a los pájaros en jaulas independientes de la pajarera experimental, a la que se les permitía la entrada mediante una puerta. En esa pajarera se enfrentaban con dos tazas de comida. Sobre una de ellas había sujeto un cilindro en posición horizontal: en la otra, un trozo plano de cartulina, del mismo color y tamaño aparente. Primero se adiestró a los arrendajos a ir a la taza en que estaba atada la cartulina plana. Esto se consiguió poniendo comida sólo en esa taza. En experimentos de este tipo, hay que evitar el condicionamiento de los arrendajos a determinada taza, o a una colocada en determinada posición (p. ej., la de la mano derecha), por lo que se han de cambiar al azar las tazas y su localización. Los arrendajos en seguida lo aprendieron y, de doscientos diecinueve ensayos, ciento ochenta y ocho veces optaron por el modelo plano y treinta y una por el otro. En cincuenta y un experimentos posteriores no se puso comida en ninguna de las tazas (para confirmar que no respondían al alimento en sí), y entonces eligieron el modelo plano cuarenta y ocho veces, y sólo tres el cilindro. A continuación se les dio a escoger entre un cilindro contrasombreado y un modelo plano. Bastante inesperadamente, aún se inclinaron por el segundo modelo en diecinueve de cada veinte veces. De por sí, esto no demostraba, por supuesto, que el contrasombreado no hiciera del cilindro una forma más bidimensional; lo que ciertamente indicaba es que el arrendajo podía distinguirlas. En realidad, De Ruiter encontró que su talento artístico no daba para contrasombrar un cilindro como lo hizo la naturaleza con las orugas.

Cuando, seguidamente, se ofreció el cilindro contrasombreado junto con el normal, el arrendajo tomó el primero dieciocho veces y el otro sólo tres, si bien en dieciséis ocasiones no se decidió por ninguno de los dos. Presentado un modelo plano y uniforme a la par que otro asimismo plano, pero sombreado como un cilindro, la probabilidad fue de veinte a uno para el uniforme: el modelo plano y uniforme frente a un cilindro normal dio veinte a ninguno.

En el paso siguiente, se adiestró de nuevo a los pájaros para hacerles esperar comida debajo del cilindro. Tras lo cual, preferían

el modelo plano y sombreado al plano y uniforme (catorce a ninguno).

En conjunto, estos experimentos no parecían admitir más interpretaciones que ésta: el sombreado hace que la cartulina plana se presente a los ojos de los arrendajos con un aspecto tridimensional, aun cuando el primer experimento demostraba que los arrendajos, igual que nosotros, se valen también de otros criterios de tridimensionalidad. Los estudios realizados en esta línea con aves domésticas han dado resultados comparables.

Aunque De Ruiter tuvo dificultades en su trabajo por la escasez de pájaros y por toda una serie de circunstancias —atribuibles, en último término, a lo limitado de los fondos para tal investigación—, consiguió demostrar, así lo creo, que el contrasombreado es un factor de supervivencia capaz de garantizar considerable, pero no absoluta, protección contra, al menos, determinados predadores.

De Ruiter decidió entonces considerar las muchísimas especies de larvas contrasombreadas existentes en nuestra fauna. Tenía varias razones para hacerlo. Primera, siempre le había chocado que los animales contrasombreados adoptaran invariablemente la posición "correcta", es decir, con el lado oscuro arriba. Esta posición difiere de una especie a otra. Muchas orugas, como las que De Ruiter empleaba en sus experimentos, colgaban vueltas al revés —y tienen siempre más oscura la parte ventral. Otras, como la limonera, se vuelven de espaldas a la luz —y éstas poseen el dorso oscuro. La larva de la *Apatura iris* cuelga por lo general cabeza abajo —y la oruga está sombreada desde la cola, que es oscura, hasta la cabeza.

El contrasombreado también es frecuente en los peces. Especies como el escardino y la bermejuela nórdica (*Rutilus rutilus*) son oscuras en el lomo. Pero existe al menos un pez, el *Synodontus batensoda*, propio del Nilo y aguas contiguas, que es oscuro por el vientre y blanco en el dorso: este pez nada vuelto al revés.

De Ruiter pensó que merecía la pena investigar cómo esos animales —que, claro está, no tienen la más remota idea del significado del contrasombreado— se las componían para hallar la posición correcta. Un estudio detenido de este punto, y también de la manera como se conseguía la hermosa gradación de color, tenía que proporcionar cierta profundización en la complejidad de la combinación de características que, en conjunto, se manifiestan en ocultamiento.

Existía otra razón para extender esas investigaciones a más especies. Cabía argumentar que el efecto protector revelado por los



experimentos es casual y no corresponde, en realidad, a una adaptación desarrollada a lo largo de dilatados periodos de selección en una sola dirección, ejercida por predadores. Sin embargo, si se podía demostrar que todas esas especies conseguían el efecto de armonizar con su entorno sirviéndose de muchos y distintos mecanismos, entonces sería cada vez más improbable que no tuviéramos que vérmolas con algo más que coincidencias.

Se puede comparar esta situación con la de un observador no humano que examine una serie de casas y se pregunte si la ranura situada cerca de la puerta —por la que el cartero introduce las cartas— está allí sin más y, por azar, cumple una función útil, o si está allí precisamente con tal propósito. Si, observando un centenar de casas, descubre que todas tienen una ranura, y además, que unas la tienen en la puerta, otras justo al lado, que las hay con una caja especial al borde del camino; y también que unas están abiertas en la madera de la puerta, otras cortadas en una plancha de latón, o talladas en una piedra; por último, que unas tienen detrás una caja de madera, otras de láminas de vidrio, unas terceras de alambre metálico, concluiría, desde luego, que el buzón es una adaptación desarrollada con un propósito muy específico. Y estaría en lo cierto.

De Ruiter estudió la localización y la naturaleza de la gradación cromática de doce especies de oruga, pertenecientes a cuatro familias. Resumió también los hallazgos de Süffert en cinco especies de otras tres familias. Descubrió que son muy variables el origen y la disposición de los elementos que en conjunto componen el contrasombreado. El verde y el sombreado se pueden deber al color de la sangre, a la piel o a la cutícula que la cubre, o a combinaciones de estos elementos.

Luego investigó el comportamiento que lleva a las orugas a adoptar la posición correcta. Otra vez lo mismo: variaba de una especie a otra. Mientras unas se orientaban en línea recta hacia la luz, otras eran sensibles a la gravedad —lo cual, como la luz suele venir de arriba, tiene normalmente idéntico efecto. Hay especies que se orientan recurriendo a la estructura y disposición de hojas y ramitas; no faltan las que, por su propio peso, tienden a colocarse vueltas al revés; y en algunas, todos estos factores actúan combinados.

Así pues, todos los indicios apuntan en una dirección: que los mecanismos responsables de este tipo de mimetismo, aun cuando son muy dispares tienen una, y sólo una, cosa en común: su efecto disimulador. Considerando este trabajo en conjunto, resulta casi

absurdo tomar el mimetismo por algo que no sea una adaptación, desarrollada bajo la presión selectiva de predadores en extremo competentes.

Con todo, este trabajo es sólo la antesala de la investigación de lo que parece ser el meollo del problema. Lo que uno quiere de verdad saber es cómo se han originado, cómo han evolucionado esas maravillosas adaptaciones. El problema, ciertamente, es amplísimo, con muchas facetas, entre las cuales la genética ocupa el primer plano.

## LA EVOLUCIÓN EN MARCHA

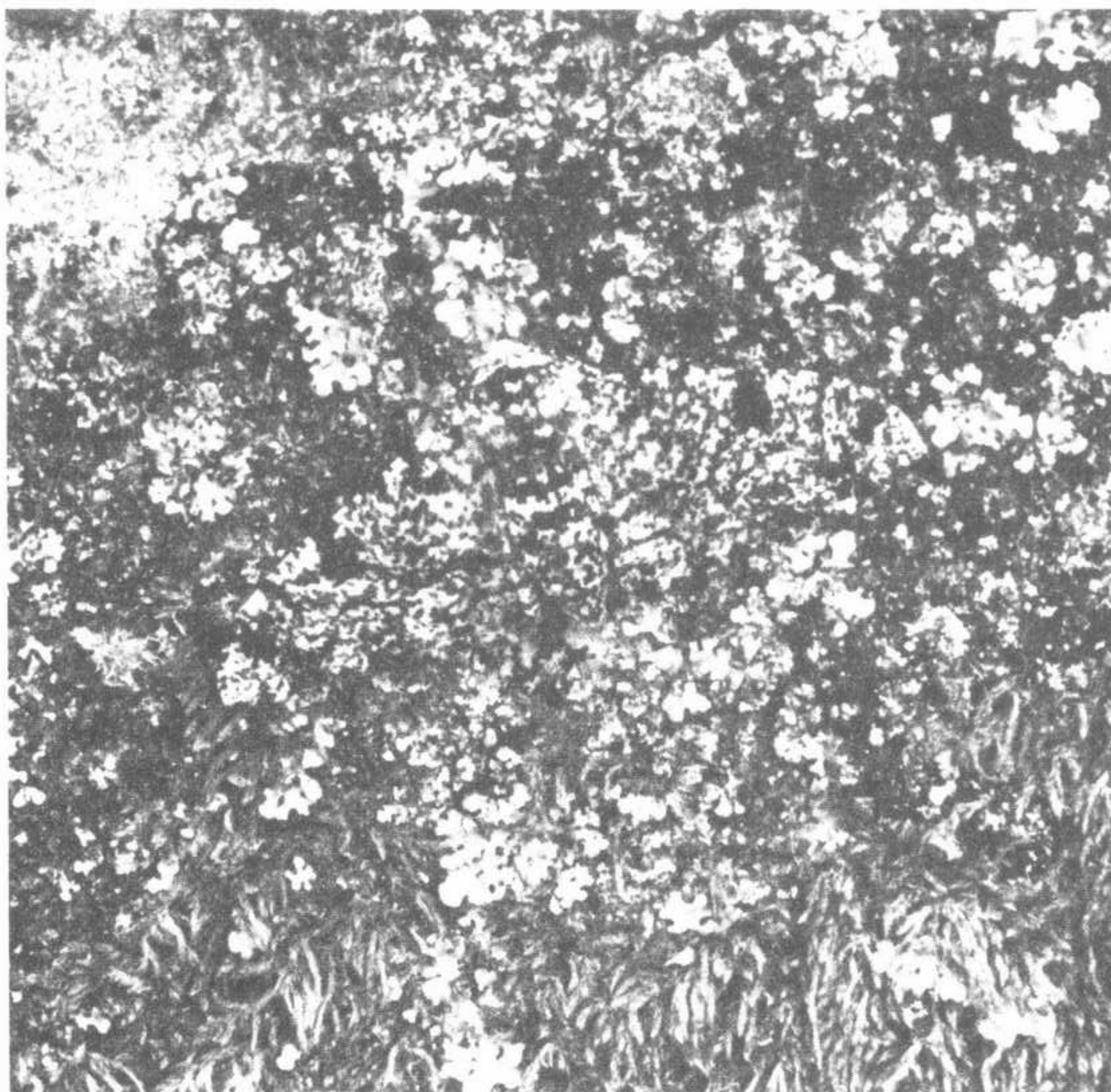
Por uno de esos lances del destino, me vi involucrado, de manera secundaria, en una investigación sobre los aspectos genéticos y evolutivos de un caso de mimetismo. La géometra del abedul, *Biston betularia*, que como larva es una bella oruga-palo, no deja de estar, de por sí, increíblemente mimetizada. Vuela sólo al atardecer y por la noche; el día lo pasa inmóvil en los troncos de los árboles, donde se enmascara a la perfección entre los líquenes.

Hace más o menos un siglo, apareció cerca de Manchester una mariposa que, si bien era a todas luces una géometra del abedul, presentaba una coloración negra casi uniforme en vez del típico jaspeado. Esta al parecer mutante melánica recibió el nombre de *carbonaria*. En seguida se encontraron más; hoy día existen regiones donde prácticamente toda la población es negra, siendo muy rara la variedad pálida, jaspeada. Tales poblaciones melanizadas se dan en zonas industriales, como las Midlands y la región londinense. Existen también en la cuenca del Ruhr, en Alemania.

El fenómeno llamó la atención de genetistas y estudiosos de la evolución por la razón obvia de que es un ejemplo de cambio evolutivo que se está produciendo ante nuestras propias narices. Hace pocos años, E. B. Ford y B. Kettlewell, que habían estudiado detalladamente ese tema, decidieron intentar demostrar su hipótesis de que la selección natural era la causante de este cambio al favorecer al mutante melánico en las zonas industriales, lo cual le permitía desplazar a la variedad original.

Kettlewell optó por realizar un experimento de campo en gran escala. Crió enormes cantidades de mariposas de una y otra variedad, recogidas en muchos distritos del Reino Unido. Cuando las pupas estuvieron a punto de abrirse, se trasladó con su *roulotte*

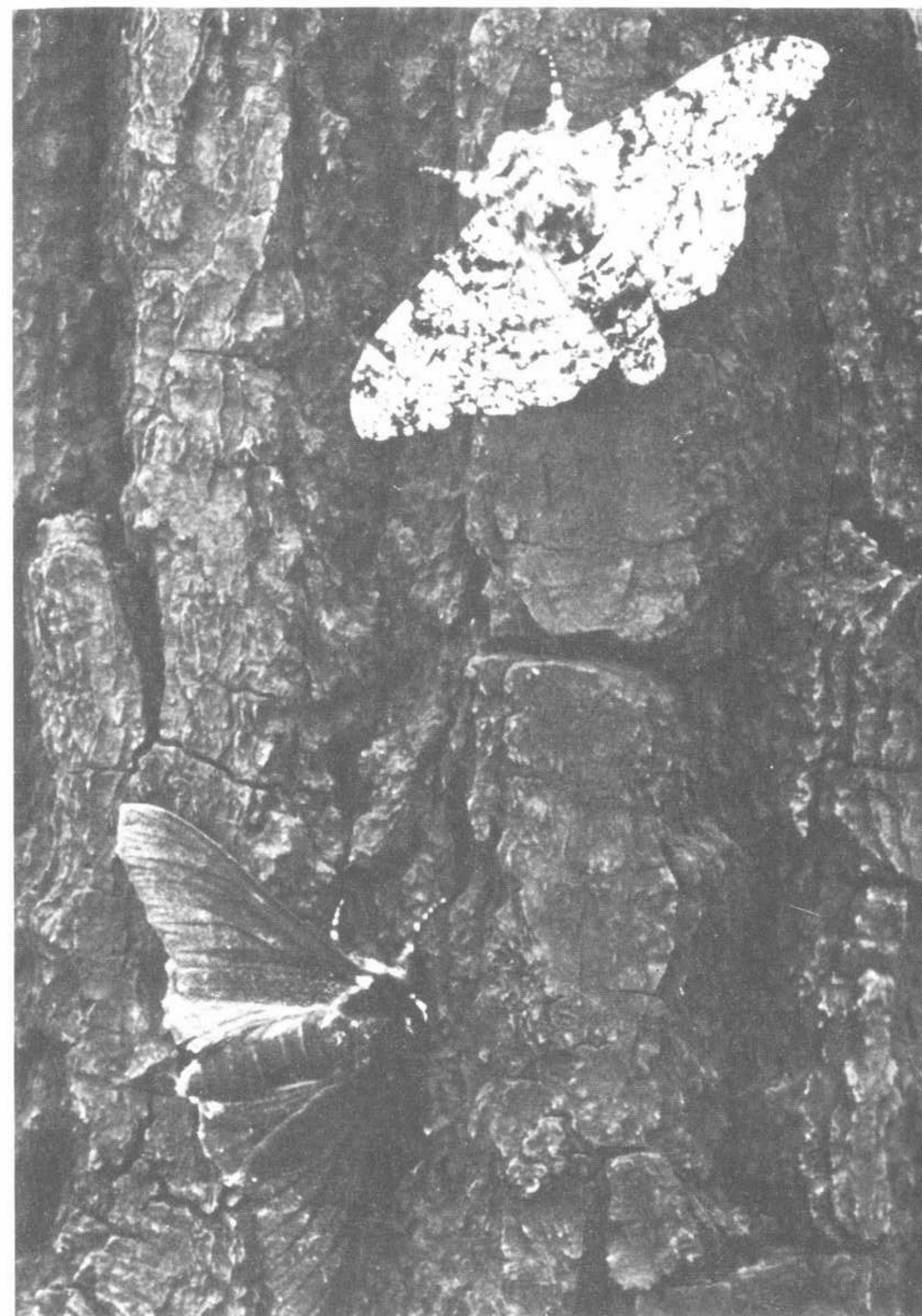




Geómetra del abedul en un árbol cubierto de líquenes.

equipada como laboratorio de campo, a una zona boscosa de la que se conocía el reparto de la población natural de geómetras del abedul.

Para comparar eligió dos extremos: un bosque de Dorset, donde la *carbonaria* era muy poco frecuente y abundaba la forma típica, y un bosque de las Midlands, en que casi todas las geómetras del abedul eran *carbonarias*. En cada uno de los bosques soltó, día tras día, cantidades conocidas de las dos variedades, nunca más de un individuo por árbol. Había marcado todas las mariposas con un punto de color en el envés del ala. Después de abandonarlas durante un día en los árboles, capturaba de nuevo cuantas podía. A este



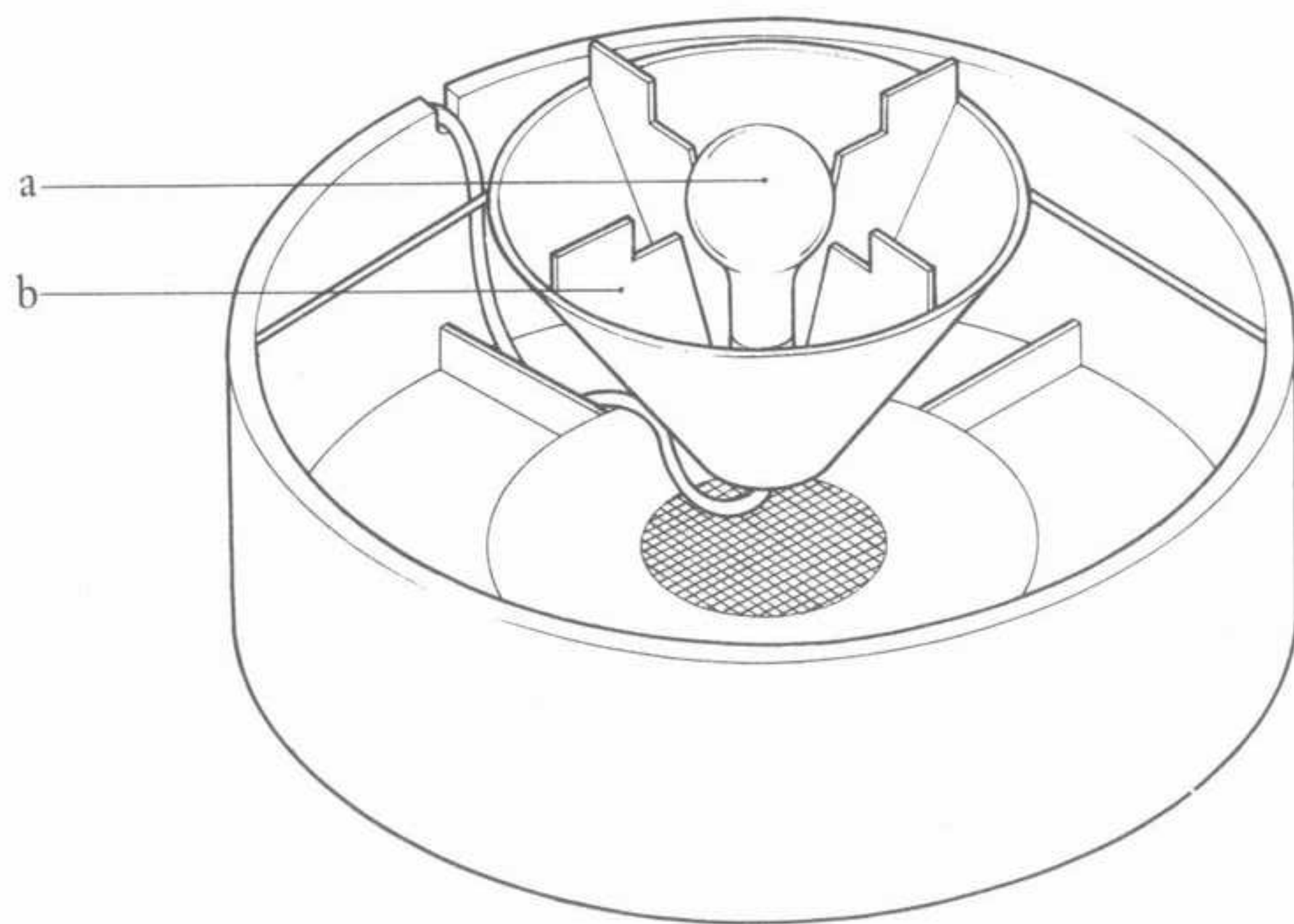
Forma típica de la geómetra del abedul y la variedad mutante, *carbonaria*, en un árbol de una zona contaminada.



objeto empleaba trampas que, hasta donde logró comprobar, atraían por igual a las dos variedades. Cuando al atardecer las mariposas empezaban a volar, los machos se sentían atraídos por esas hembras (razón por la cual sólo liberaba machos) y podía capturarlos mientras revoloteaban en torno a las jaulas donde intentaban entrar. Kettlewell empleó también lámparas de vapor de mercurio, cuya luz es irresistible para las mariposas nocturnas. Los individuos capturados pertenecían en parte a la población silvestre local, y en parte a la población liberada por Kettlewell; por supuesto, estos últimos se podían identificar por los puntos de color.

Este “experimento de suelta marcada” requirió varias campañas de improbables esfuerzos. Los concluyentes resultados demostraron que debía existir una formidable presión selectiva, y que ésta era de signo muy distinto en ambas localidades: en los bosques contaminados, la *carbonaria* sobrevivía mejor; en los limpios, la variedad ancestral estaba más favorecida.

¿Cuáles podían ser los agentes responsables de esta selec-



Con frecuencia utilizábamos una lámpara de vapor de mercurio para capturar insectos durante la noche. Consiste en una bombilla (a) con vapor de mercurio, que produce una luz rica en ultravioleta —esta clase de luz atrae a los insectos. Los atraídos quedan deslumbrados y dan vueltas en espiral, inútilmente, entre las placas (b), hacia la caja metálica.

ción? Ford y Kettlewell pensaron que debía ser algún predador. En los bosques limpios, donde la forma típica estaba tan maravillosamente mimetizada, las *carbonarias*, al reposar sobre los troncos cubiertos de líquenes, destacaban sobremanera, al menos para un observador humano. Sin embargo, en las zonas contaminadas no hay líquenes: mueren porque no toleran los humos fabriles. Los troncos desprovistos de líquenes son bastante oscuros; además, en los bosques contaminados, están revestidos de una capa de hollín. Sobre estos troncos, la forma típica pierde todo su mimetismo: daba casi pena ver cuán expuestas quedaban —en ocasiones conseguimos descubrirlas a más de cincuenta metros de distancia—, mientras las *carbonarias* se confundían muy bien con el fondo holliniento.

Kettlewell, claro está, sospechaba de algún predador —o predadores—, todavía desconocido, que utilizaba la vista para cazar y apresaba a las mariposas visibles de cada ambiente, dando lugar así a la presión selectiva que había observado. Por eliminación, conclu-





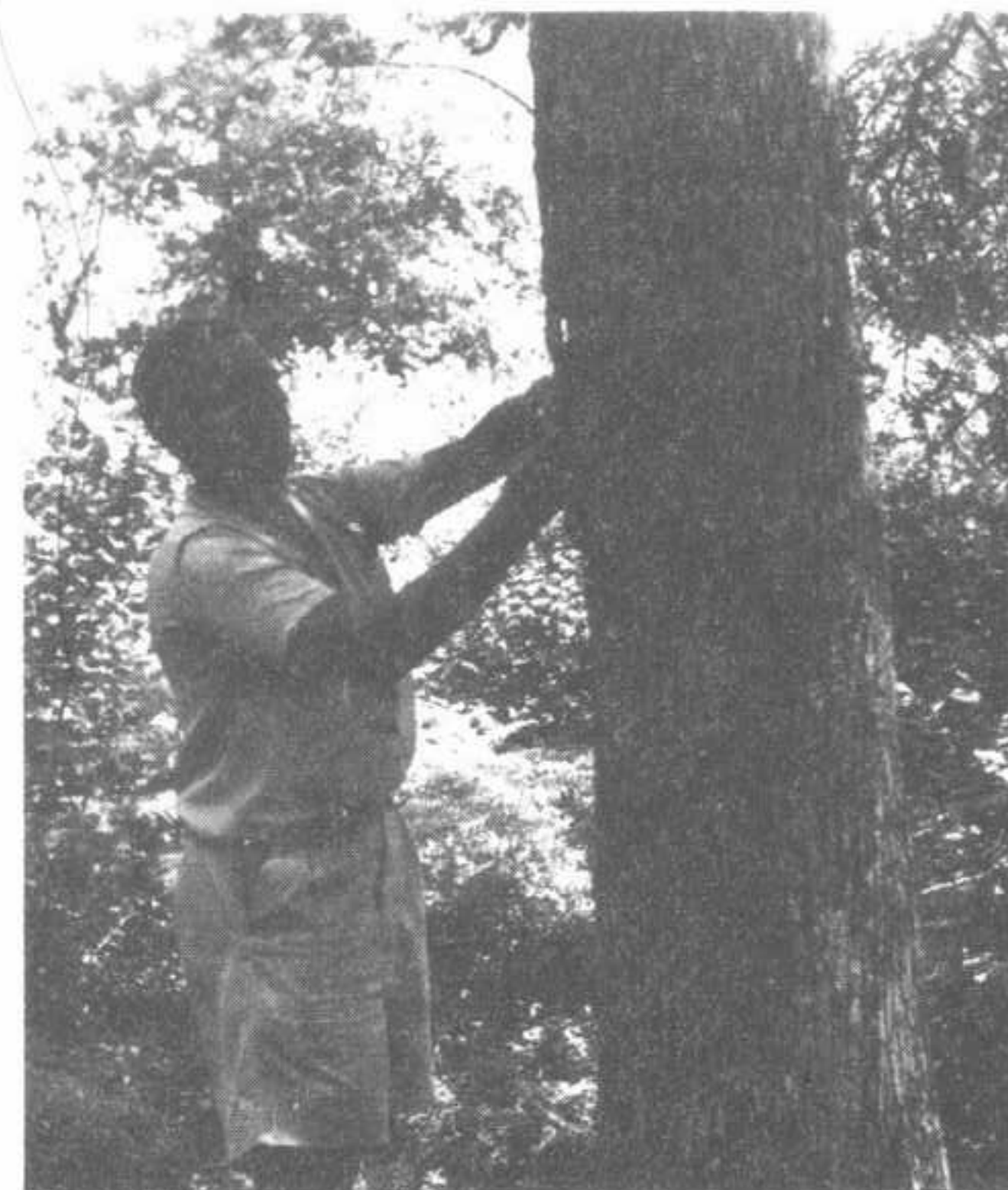
yó que los responsables tenían que ser pájaros. Pero ahí parecía radicar la dificultad. Ni los ornitólogos, ni los entomólogos creían capaces a los pájaros de capturar esas mariposas inmóviles. A pesar de todo, Kettlewell no se desanimó y, con paciencia y tenacidad, se propuso ver por sí mismo qué ocurría. Los resultados fueron impresionantes: con sólo observar las sueltas, vio pájaros de varias especies cebándose en ellas. Cómo no imaginar su entusiasmo cuando descubrió que esa captura, según lo esperado, era selectiva: formas típicas sobre todo en las Midlands y carbonarias preferentemente en Dorset.

## LOS PÁJAROS EN ACCIÓN

Cuando estos resultados vieron la luz por vez primera en un breve párrafo de la obra de Ford, *Moths*, cierto crítico publicó en una revista entomológica un artículo en que expresó sus dudas acerca de la validez de los datos de Kettlewell. Entonces entré yo en liza. Como había realizado varias películas sobre el comportamiento de aves e insectos, me visitó Kettlewell con el ruego de que le ayudara a tomar algunos planos concluyentes de diversos pájaros en el momento de apresar mariposas. Me sentí muy interesado, y así se me brindó la oportunidad, no sólo de ver siete especies de pájaros predando sistemáticamente mariposas, y de filmarlos en plena acción, sino también de unirme a Kettlewell en su trabajo de campo.

Los días eran largos y los aprovechábamos sin perder un minuto. De buena mañana íbamos a la trampa de vapor de mercurio para recoger las mariposas capturadas de nuevo y cualquier otro insecto que nos pudiera ir bien, fuese para los experimentos del día o bien para la filmación. Luego poníamos una serie de insectos en un árbol, a la espera de atraer a los pájaros que intentábamos filmar. Después de una breve pausa para el desayuno, me iba a la paranza: pequeño cubículo de lona a un par de metros del árbol escogido, desde donde podía abarcarlo con objetivos de tres y seis pulgadas.

Mientras yo pasaba largas horas aguardando que me llegara la vez, Kettlewell examinaba los insectos caídos en la trampa y anotaba los resultados y observaciones en el cuaderno de trabajo; luego procedía a marcar todas las mariposas sacadas de la "incubadora" la noche anterior (las mariposas nocturnas suelen salir del capullo a la caída de la tarde). Seguidamente hacía la ronda por el bosque, soltando mariposas marcadas: una por árbol. Hecho esto, dedicaba



El doctor Kettlewell colocando esfinges en un árbol para filmar pájaros.

varias horas a la inspección y cuidado de las pupas en la incubadora.

En el ínterin, se acercaba a mi paranza por si necesitaba ayuda. Luego llenaba las trampas de hembras. Todo esto se llevaba buena parte del día, y apenas terminábamos los quehaceres habituales del campamento, la compra y la cena, ya era hora de conectar de nuevo las lámparas de vapor de mercurio e iniciar las rondas con la manga recolectora, que habían de durar desde el atardecer hasta muy bien entrada la noche.

Al objeto de filmar, cubríamos un árbol con seis a ocho mariposas, y a menudo poníamos también varias de otras especies. De esta manera generábamos una densidad anormalmente elevada, pero como siempre proveíamos igual número de típicas que de carbonarias, la probabilidad de ser atrapadas era idéntica para ambas. Además, a diferencia de los experimentos reales, en que un árbol nunca recibía más de una mariposa, aquí nos interesaba, sobre todo, atraer pájaros delante de la cámara lo más pronto posible.

Esperar en la paranza a que sucediera algo nunca era aburrido,



por muchas horas que transcurrieran antes de que el primer pájaro llegara a mi árbol. En unos quince días, conseguí filmar seis especies en total; algunas acudían tan a menudo que renuncié a filmarlas. Realicé la mayoría de las películas en el bosque "limpio", donde dispuse de papamoscas grises, escribanos cerillos, trepadores azules, zorzaes comunes y petirrojos. En el bosque contaminado próximo a Birmingham filmé colirrojos reales.

Cuando se soltaban mariposas en una nueva zona del bosque, la predación era escasa o nula durante un día o dos. Luego, de repente, desaparecían varias mariposas, siempre en árboles muy próximos. Esto sobrevenía ahora aquí, ahora allá. Obviamente, lo que acaecía era que determinado pájaro descubría una de las mariposas por casualidad y luego procedía a coger más. Tuve la suficiente fortuna de asistir en la realidad a este tipo de actuación. Acababa de instalar la paranza delante de una enorme haya, a unos cincuenta metros de una trampa de vapor de mercurio, y había comenzado la observación a las seis de la mañana, nada más vaciar la trampa. Como de costumbre, diversos insectos atraídos por la lámpara, pero que no habían quedado atrapados, permanecían durante el día posados en los árboles de los alrededores. Poco después de las seis, vi que un zorzal común se aproximaba al árbol más cercano a la trampa. Estaba comiendo en el suelo y había capturado un gusanito, que llevaba en el pico —luego descubrí que tenía polluelos en el nido. Cuando el zorzal estuvo a un metro o menos del árbol, reparó de pronto en una mariposa pájaro luna posada en la corteza. Dio un salto y la atrapó. No satisfecho con esta captura, siguió buscando. Ahora ya prescindí del suelo y saltó directamente al árbol de al lado, a unos veinte metros. Allí echó una atenta ojeada durante unos segundos y brincó al siguiente. De esta manera visitó seis árboles, en fila, luego cruzó al lado del camino donde yo estaba, para dirigirse sin rodeos a mi árbol. Ahí se hizo con dos *carbonarias* y partió hacia el nido. En lo sucesivo, este zorzal se convirtió en asiduo visitante de mis sesiones de filmación, apresando, sin contar varias mariposas pájaro luna, once *carbonarias* y cuatro típicas. El resto de capturas conseguido mientras estuve filmando, fue: papamoscas, cuarenta y seis *carbonarias* y tres típicas; escribano cerillo, ocho *carbonarias* y ninguna típica; petirrojo, doce *carbonarias* y dos típicas; trepador azul, veintidós *carbonarias* y ocho típicas. En el bosque contaminado, los colirrojos reales capturaron doce *carbonarias* y treinta y seis típicas.

Era muy interesante ver a los pájaros en acción y anotar las

diferencias de comportamiento. Los papamoscas y los escribanos cerillos se cernían incansables tronco arriba, tronco abajo, en ocasiones a escasos centímetros de la corteza. No se les escapaba ni una sola *carbonaria*, pero fallaban con la mayoría de las típicas, hecho particularmente significativo cuando pasaban varias veces por delante de una de éstas. El petirrojo, tras estudiar el tronco desde un lugar estratégico —una rama u otro tronco—, volaba en línea recta hacia la mariposa detectada. Dos veces lo vi casi encima de una típica sin que se percatara de ella. El zorzal común se lo miraba desde el suelo y saltaba, a veces a una altura de tres metros. Los trepadores azules eran los únicos predadores con los que a menudo no servía el mimetismo. Corriendo por el tronco, podían ver incluso las típicas que destacaban por encima del "horizonte vertical". Con todo, capturaban primero las mariposas negras, y su tanteo final era más alto para las *carbonarias* que para las típicas, pues a algunas de éstas las dejaban de lado.

El objetivo de estas observaciones era muy distinto del de nuestros estudios sobre la orientación en las avispas excavadoras. Allí nos importaba sobre todo lo que hacía que las avispas se comportaran de aquel modo; aquí nos interesaba la utilidad para la supervivencia, o función. En ambos casos, nuestro planteamiento era analítico, y con frecuencia me he cruzado con personas que no mostraban simpatía por este enfoque. Argüían que eso nos llevaba a olvidar la belleza de las cosas que analizábamos; opinaban que estábamos haciendo pedazos las maravillas de la creación. Es una acusación injusta. A menudo teníamos la sensación de que existe tanta belleza —y quizá incluso más— en el resultado de los análisis como la que cabe desprender de la mera contemplación. Siempre que, durante el análisis, no se pierda de vista al animal como un todo, la belleza aumenta con el progresivo conocimiento de los detalles. Y esto es aplicable a todo; uno de mis amigos, que no aprobaba nuestro enfoque, era un ingeniero forestal de primera línea: contemplaba los árboles de una manera totalmente analítica —sin perder de vista la belleza del bosque en conjunto.

Estoy convencido de que no soy en absoluto insensible a la belleza de un animal, pero he de recalcar que se ha aumentado mi sentido estético desde que estudié la función y el significado de esa belleza.



## V. LA DEFENSA MEDIANTE EL COLOR

Aunque ocupados en las investigaciones sobre el mimetismo, no olvidábamos que muchos animales no se mimetizan, sino que tienen arquetipos cromáticos sobresalientes. De un martín pescador, de un ánade real, de un macaón no puede decirse que estén mimetizados. La mariposa pavo real resulta maravillosamente mimética cuando está en reposo, pero cuando se la molesta, echa a volar o se limita a batir las alas sin llegar a remontar el vuelo, y en ambas situaciones es muy notable.

Los colores chillones no son siempre incompatibles con el mimetismo. Un animal puede estar brillantemente coloreado, y si su entorno natural presenta un colorido igualmente vivo, quizá sea difícil de ver. Por ejemplo, la concha intensamente amarilla, rayada de negro, del gasterópodo *Cepaea* es cualquier cosa menos deslucida; no obstante, según demuestra el trabajo de Cain y Sheppard, resulta mimética en ciertos hábitat y obtiene un considerable grado de protección merced a su arquetipo. Sin embargo, incluso con este pero, no cabe duda de que muchos animales están todo lo contrario de mimetizados: son muy visibles incluso en su medio ambiente natural.

### LA VUELTA A UNA VIEJA IDEA

Ya de antiguo los naturalistas conocían este fenómeno, y se habían aventurado diversas hipótesis. Pero, como en el caso del mimetismo, sólo recientemente se había realizado un estudio experimental que pusiera a prueba dichas hipótesis, y cuando comenzábamos nuestra investigación, aún subsistían muchos interrogantes.



Ahora sabemos bastante más. Antes de continuar con la descripción de las aportaciones de mis colaboradores, en aquellos programas de investigación en que he participado de una u otra manera, permítaseme un repaso a las teorías hasta ahora verificadas.

Antes de Darwin se consideraba que, en ciertos casos patentes, la coloración llamativa ejercía su efecto durante el apareamiento. Se creía que los colores nupciales de muchas aves y otros animales estimulaban a las hembras de la propia especie y, por tanto, eran un medio de asegurar su cooperación en el apareamiento. Konrad Lorenz desarrolló esta idea, y sostenía que los colores subidos —así como los sonidos, olores y posturas— actúan a menudo como “desencadenantes”; sirven para producir respuestas adaptadas en otros individuos: por consiguiente, actúan como medio de comunicación. Realizamos parte de nuestro trabajo experimental con vistas a comprobar tal hipótesis. Hoy día está demostrada la función desencadenante de varias estructuras llamativamente coloreadas, en animales tan diversos como aves, reptiles, peces, crustáceos, insectos e incluso moluscos.

Otros ejemplos de coloración notoria se han tenido por un mecanismo de defensa contra predadores. Se creía que actuaban de diversas maneras:

1. El listado negro y amarillo de las avispas, por ejemplo, se consideraba una advertencia ante cierta característica desagradable o repulsiva, y se suponía que las aves predadoras aprendían a evitarlas después de una amarga experiencia (“colores advertidores verdaderos”).

2. Se daba por sentado que aquellos insectos de por sí inofensivos, o quizá comestibles, pero portadores de modelos de color análogos a los de los insectos repugnantes —por ejemplo, las moscas cernícalo con arquetipos de color como los de la avispa—, obtenían protección de este parecido. El argumento se basaba en que los predadores, a raíz de su experiencia con avispas, dejarían también tranquilas a las moscas cernícalo: es la hipótesis del mimetismo en sentido estricto.

3. A las especies por lo general mimetizadas que, como la mariposa pavo real, hacen de repente ostentación de brillantes colores cuando se ven atacadas, se las conceptuaba como totalmente comestibles; la exhibición de color sería un medio para espantar al potencial predador: postrer recurso cuando ya era obvio que el mimetismo no funcionaba (“colores advertidores falsos”).

4. De algunas coloraciones luminosas se opinaba que eran “señales de desorientación”, que llevaban al predador a atacar una parte no importante del animal, no logrando matarlo e incluso permitiéndole escapar con daños de menor cuantía.

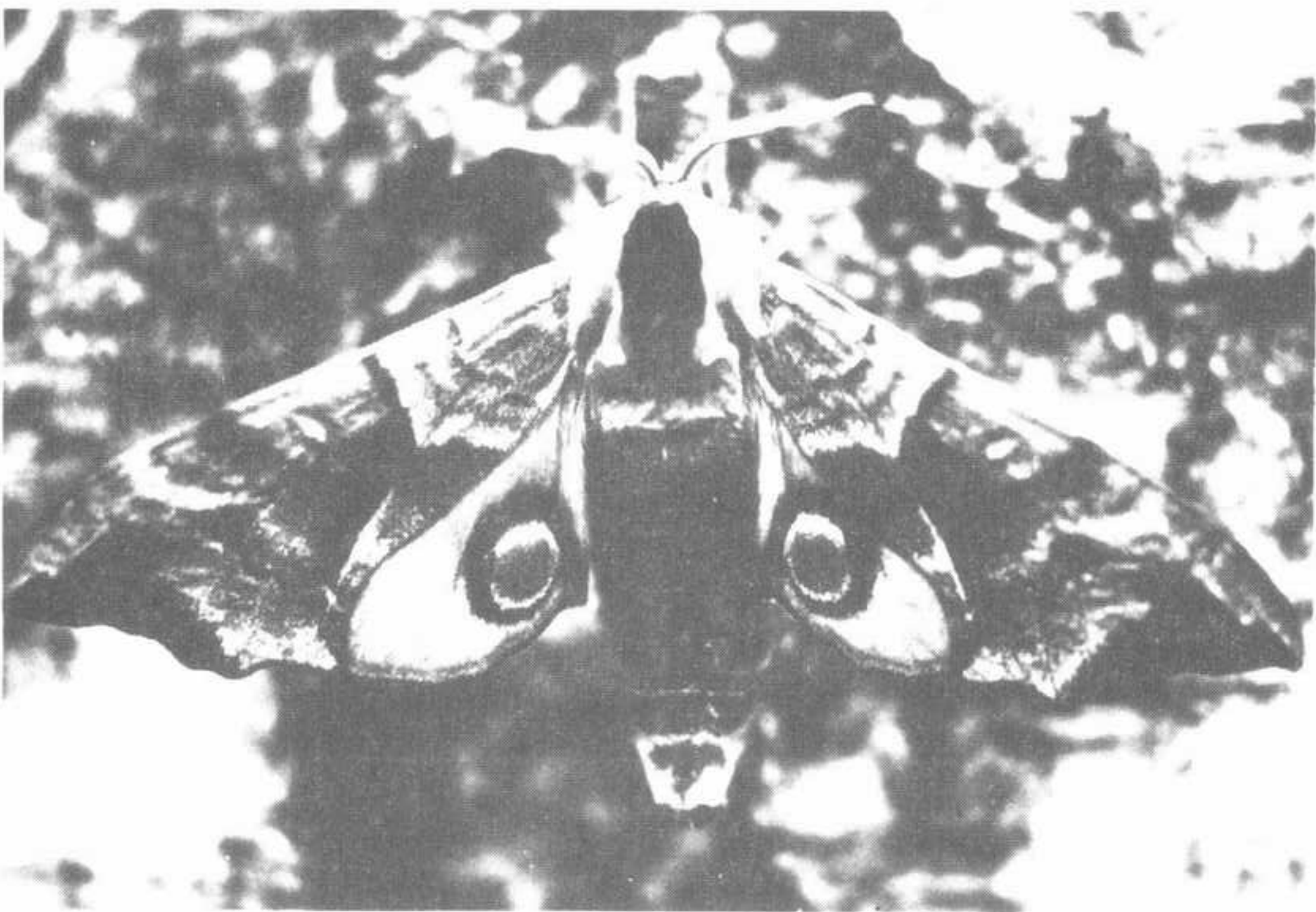
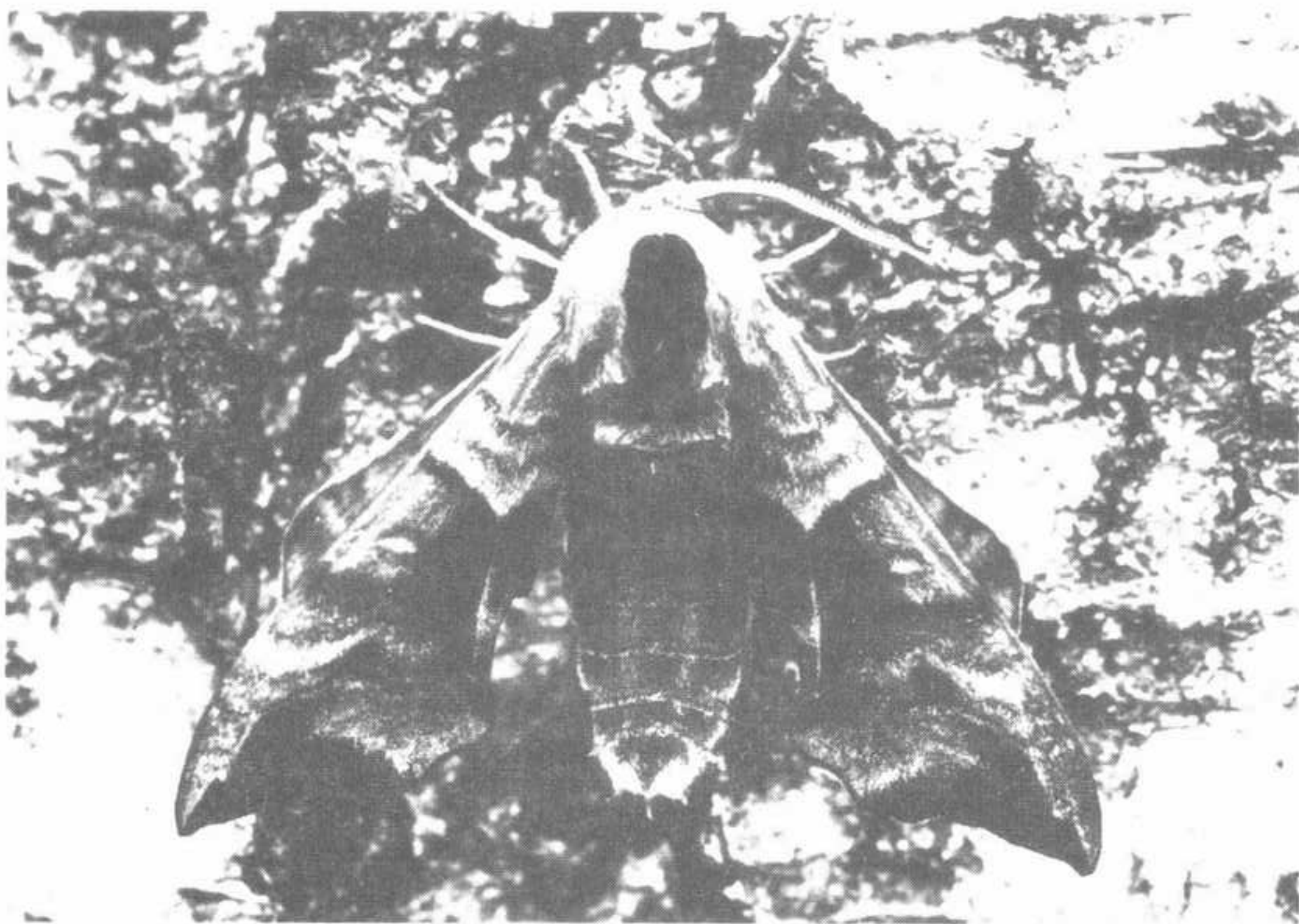
La formulación exacta de todas estas hipótesis no siempre ha sido la misma —diferentes autores han tenido ideas ligeramente distintas—, incluso así parece que, actualmente, la demostración experimental ha confirmado no sólo la idea del desencadenante, sino también esas cuatro hipótesis fundamentales (colores advertidores verdaderos, mimetismo, colores advertidores falsos y señales de desorientación), al menos en aquellas especies estudiadas más detalladamente. Además, es muy posible que existan casos de coloración notoria con otras funciones —la revisión más autorizada en este sentido, así como de las cuatro principales, es la ofrecida por Cott en su libro *Adaptive Coloration in Animals*—, aun cuando las pruebas acerca de tales funciones son todavía circunstanciales.

## EXPERIMENTOS SOBRE LOS OCELOS DE LOS INSECTOS

La investigación en que más estrechamente he colaborado es la que realizó A. D. Blest sobre los ocelos de los insectos. Muchos insectos presentan dibujos localizados, de coloración muy llamativa, que parecen calcos de los grandes ojos de los vertebrados. Se han descrito ocelos de esta índole en coleópteros, saltamontes, mariposas nocturnas y diurnas —por poner unos ejemplos. A veces los dejan ver de continuo, aunque la norma es que se encuentren en zonas habitualmente ocultas de animales mimetizados, y las exhiban de repente cuando un predador —un pájaro, pongamos por caso— se aproxima o llega a tocarlo. En nuestra fauna, la mariposa pavo real y la esfinge ocelada son ejemplos clásicos.

Aunque el comportamiento de estos dos insectos difiere en los detalles, ambos se mimetizan en reposo y ambos se las arreglan para exhibir ocelos cuando se les molesta. La uniformidad y la constancia del efecto (p. ej., la exhibición de los ocelos) y, por el contrario, la diversidad en los detalles y la “maquinaria”, resulta todavía más sorprendente cuando se comparan otras formas animales distintas; y esto, claro está, sumado a la intrincada e “improbable” estructura de los propios ocelos, lleva a suponer que dichos ocelos son caracteres adaptativos.





Esfinge ocelada en reposo (arriba) y desplegada.

Las dos mariposas citadas, por sensacionales que puedan parecer, no son las más especializadas: otras especies tienen ocelos que imitan ojos reales con mayor fidelidad: los anillos no son concéntricos; la "pupila" oscura está colocada un poco descentrada; el ojo está sombreado, lo cual le confiere una sensación de volumen; por último, un diminuto punto blanco pone un ficticio toque de luz, como el que se ve en el ojo real.

Cuando David Blest decidió investigar los ocelos, se enfrentó con las mismas cuestiones generales que De Ruiter en su trabajo sobre el mimetismo. Ante todo, tenía que averiguar si los predadores naturales de las mariposas se dejan en realidad intimidar por esas exhibiciones. Además, de ser así, debía estudiar el mecanismo de la respuesta y el origen evolutivo de los ocelos. En tercer lugar, necesitaba investigar si las imitaciones increíblemente sutiles existentes en ciertas especies eran ciertamente más eficaces que las algo menos perfectas. Sólo si podía demostrar este punto, estaría en condiciones de afirmar que la selección por predadores es responsable del perfeccionamiento de las adaptaciones. Por tanto, el problema de Blest era muy similar al de De Ruiter con el mimetismo, a pesar de ser tan diferentes sus respectivos temas.

Los resultados de su investigación fueron muy notables. Muchísimos estudiosos han consignado observaciones específicas sobre las respuestas de diversas aves a insectos ocelados. Personalmente he visto escribanos cerillos y petirrojos coger esfinges oceladas en los árboles y, en tres de cuatro ocasiones, las dejaron caer en cuanto iniciaron el despliegue; en el cuarto caso no pude observar lo ocurrido. En cambio, un zorzal común se comió una esfinge ocelada, con despliegue incluido; se podría cuestionar quizá si una víctima de este tamaño no es de todas formas demasiado grande para los pequeños canoros—independientemente de que tenga ocelos o carezca de ellos.

En los campamentos de Hulshorst ya habíamos realizado algunos ensayos preliminares con pinzones vulgares en cautividad. Cuando ofrecíamos a los pájaros esfinges oceladas, buscaban por todas partes hasta que veían una. Entonces se entregaban a un picoteo exploratorio y daban un brinco hacia atrás, como si irritara, cuando la esfinge iniciaba el despliegue. En un caso, el pájaro volvió a la carga después de cierto titubeo, y devoró a la mariposa; en otros dos experimentos, los pájaros dejaron en paz a las mariposas y evitaron acercarse a ellas, aunque ya no enseñaran los ocelos. En otra ocasión ofrecimos una mariposa pavo real a uno de nuestros



arrendajos. Al recibir un suave picoteo, la mariposa batió las alas, lo que sacó de quicio al arrendajo; dio un salto en el aire y chocó contra el techo de la jaula. No obstante, al cabo de unos minutos volvió de nuevo y se la comió.

Dimos también a los pinzones dos mariposas que habíamos dejado sin ocelos por el expeditivo método de cepillar la cara superior de las alas posteriores: las devoraron. Su despliegue fue bastante enérgico, pero nada tenían que enseñar, sólo dos escuetas alas pardogrisáceas. Esto demostraba a un tiempo que, primero, esos pinzones se permitían engullir víctimas grandes y, segundo, que los ocelos los ahuyentaban. Les ofrecimos luego esfinges del aligustre, especie aún mayor, y dieron cuenta de ellas sin más. Estos experimentos, por supuesto, de tan expeditivos, nada probaban; pero nos animaron a abordar el problema.

David Blest utilizó escribanos cerillos, pinzones vulgares y carboneros comunes en sus experimentos. Comenzó por estudiar cuidadosamente el comportamiento de dos escribanos cerillos al capturar una víctima grande. Estos pájaros habían sido criados a mano y alimentados con gusanos de la harina y otros, pero se les había evitado todo contacto con mariposas, fueran nocturnas o diurnas. Cuando tuvieron dieciséis semanas de edad, se les enfrentó por vez primera con numeradas (*Vanessa atalanta*) en vuelo. Para eliminar todo posible efecto de su abigarrada coloración, borró las manchas rojas y blancas. Se vio que, en la primera ocasión, ambos pájaros atacaban, mataban y se comían la mariposa ofrecida. En posteriores ensayos, los pájaros no cambiaron de comportamiento salvo en que pronto aprendieron a concentrar el picoteo en el cuerpo del insecto y no en las alas, donde, al principio, dirigían muchos picotazos.

Superada esta etapa, Blest efectuó una serie de experimentos comparando las respuestas a mariposas con y sin llamativos colores. En la primera serie utilizó cuatro escribanos cerillos. A fin de estudiar el efecto de un modelo cromático muy contrastado como tal, la primera mariposa empleada fue la ortiguera (*Aglaia urticae*), con alas de subidos colores pero sin ocelos. Se ofrecían mariposas intactas junto a otras que se les había borrado la coloración dorsal. Mientras que la exhibición de las mariposas intactas ahuyentó a las pájaros en nueve de veintiocho encuentros, las mariposas incoloras no lograron que las aves retrocedieran en ninguno de los dieciocho encuentros. Análogos resultados se obtuvieron en dos escribanos palustres. Quedaba claro, por tanto, que el despliegue, siquiera de colores como los de la ortiguera, tenía cierto efecto repelente.

Luego puso a prueba el despliegue de la mariposa pavo real. Primero, a cada uno de los inexpertos escribanos cerillos se le ofrecieron doce mariposas intactas y doce con los ocelos quitados. Esos experimentos se prolongaron durante cuatro días, cuidando de presentar las mariposas intactas en primer lugar, en la mitad de los ensayos, y las mariposas desoceladas en la otra mitad. Ahorraré a mis lectores los detalles técnicos complementarios y describiré brevemente los resultados. Con seis escribanos, las mariposas desoceladas consiguieron en total treinta y siete respuestas de huida, frente a las ciento cuarenta y nueve suscitadas por las mariposas intactas. Esos seis pájaros, sin embargo, en seguida llegaron a ignorar el despliegue y, después de un número relativamente pequeño de experimentos, devoraban a las mariposas sin muchos titubeos. Ni siquiera al término de un reposo de treinta días sin experimento alguno, volvían a lo que había sido su estado inicial: podían no mostrarse alarmados por los despliegues.

Pero los otros dos cerillos reaccionaron de manera distinta. Atacaron a su primera mariposa, salieron de estampía ante el despliegue, luego se fueron volviendo más y más tímidos, y acabaron por no tocar una sola mariposa —ahora intacta, ahora desocelada— en todos los experimentos posteriores. Cuatro inexpertos carboneros comunes, criados a mano, se comportaron de la misma forma.

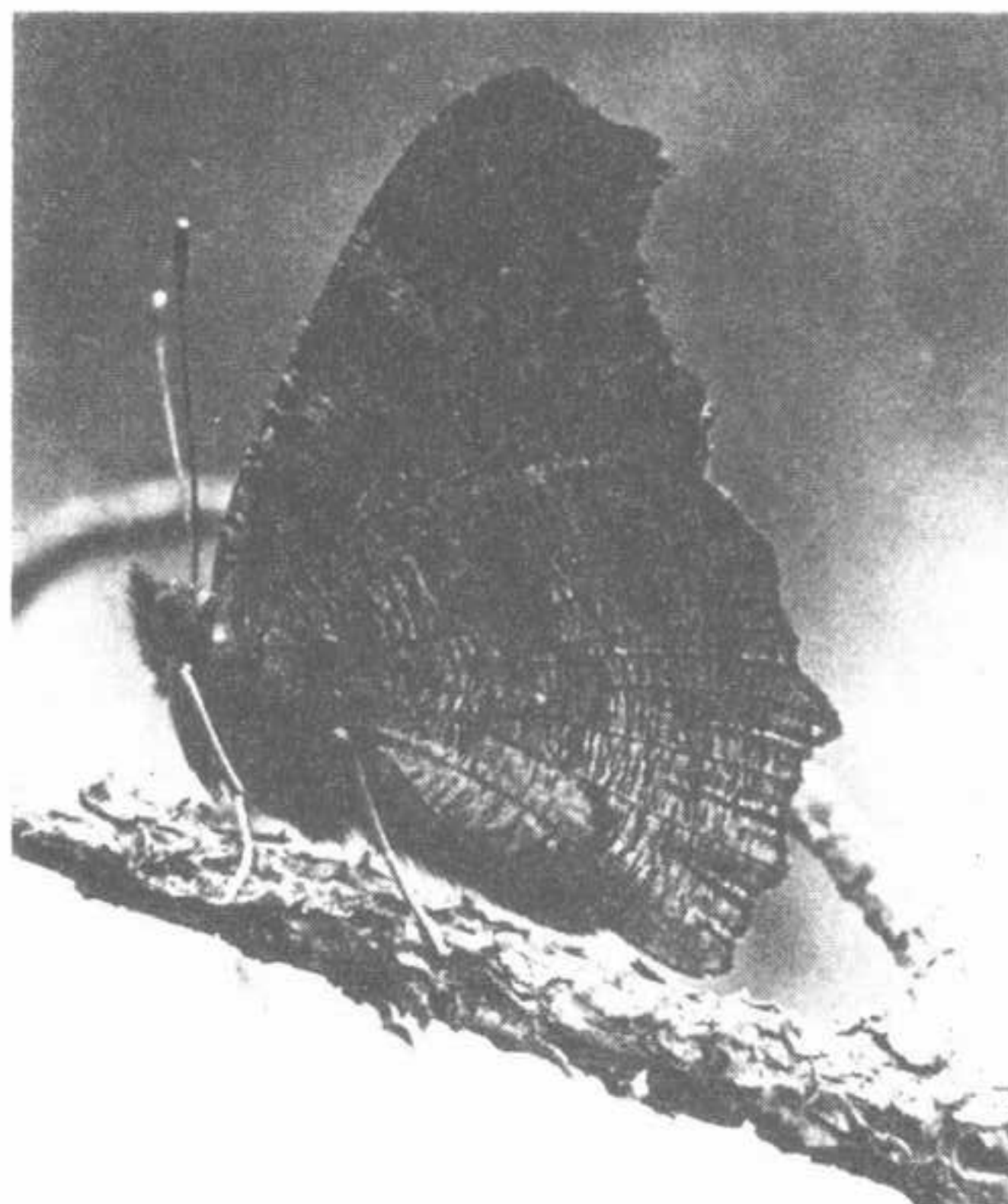
Estos resultados demostraban de modo concluyente que el despliegue de ocelos por parte de la mariposa pavo real era un factor de supervivencia: además, las cifras eran mucho más convincentes que las encontradas para la ortiguera, aunque los experimentos, en términos estrictos, no fueron comparables.

Tales experimentos no pueden decirnos con exactitud cuán eficaces son los ocelos en la naturaleza. Pero llevan a pensar que pájaros como los escribanos cerillos y los petirrojos que observé, que soltaban a las esfinges oceladas en cuanto efectuaban el despliegue, y luego las ignoraban por completo, actuaban así a causa de los ocelos. A pesar de todo, merecería la pena realizar una serie completa de experimentos en la naturaleza con mariposas nocturnas y diurnas, intactas y desoceladas.

## ¿QUÉ ARQUETIPOS VAN MEJOR?

Una vez concluidos todos estos experimentos, Blest abordó el problema siguiente. ¿Vale cualquier conjunto de manchas o rayas





Mariposa pavo real en reposo y (a la derecha) mostrando los ocelos.

contrastadas, o es preferible una ordenación concéntrica de anillos a cualquier otra distribución? Es más, ¿son las imitaciones de ojos verdaderamente detalladas, con sombra y un reflejo blanco, aún mejores que los anillos concéntricos? Si se demostraba que las respuestas de los pájaros correspondían al grado de complejidad existente en los arquetipos ocelares más perfectos de los insectos, sería imposible sostener que la presión selectiva ejercida por los predadores no tenía por qué producir dichos ocelos.

Para comprobar esta hipótesis, había que comparar la eficacia de una serie de dibujos distintos. A tal fin, Blest ideó un sencillo dispositivo que le permitió realizar gran número de experimentos sobre modelos sin tener que criar ingentes cantidades de insectos. Consistía en una cajita encima de la cual se depositaba un gusano de la harina. A cada lado de él había una ventanita semiopaca bajo la cual se ocultaba una diapositiva con el modelo deseado. Debajo de cada ventana se podía encender una bombillita de cinco voltios; sólo entonces se hacía visible el dibujo. Cuando colocaba la caja en una pajarera, el pájaro se llegaba hasta ella. En el momento preciso

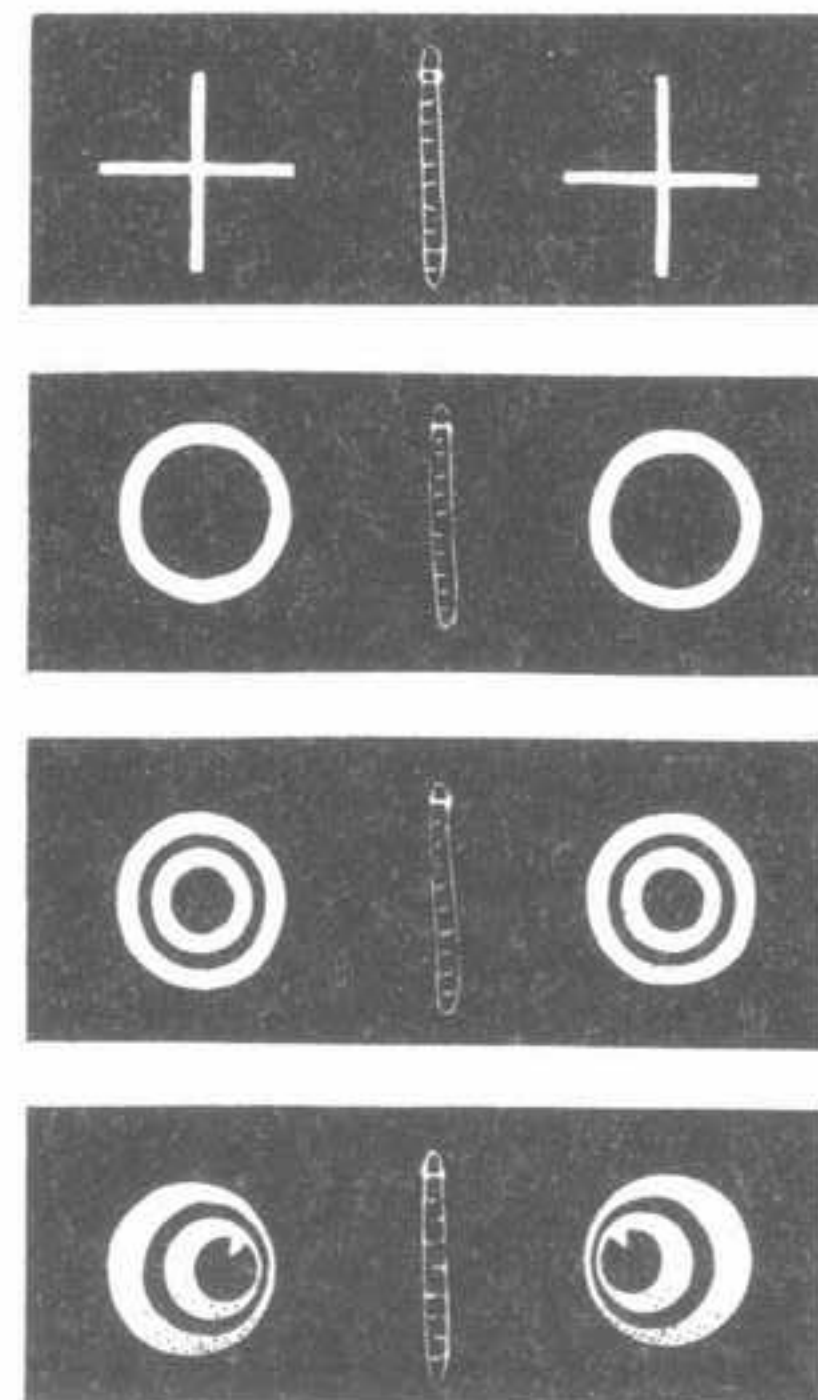
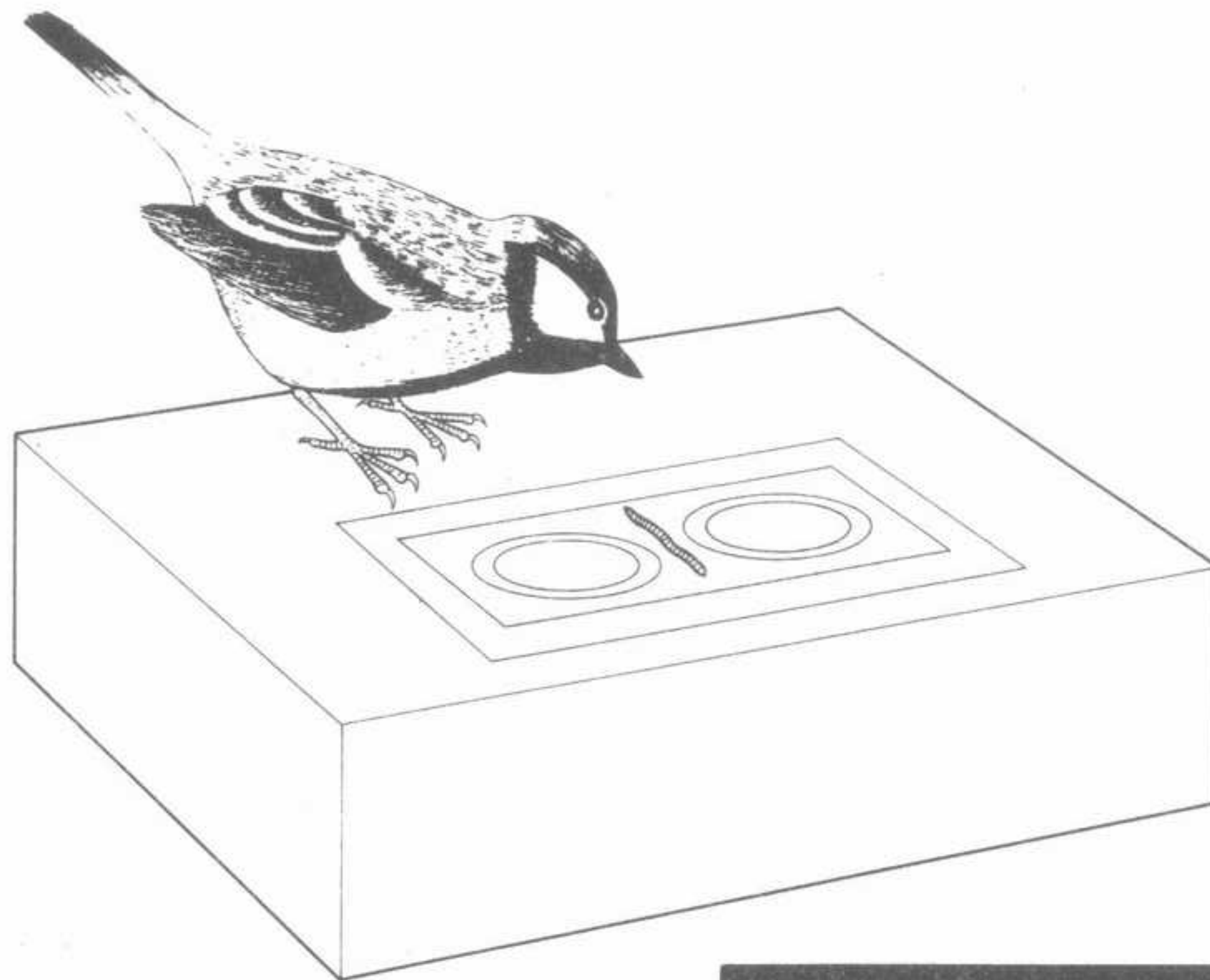


en que intentaba atrapar al gusano, el observador, oculto detrás de una mampara, encendía una de las bombillitas y tomaba nota de la reacción del ave ante semejante despliegue. De entrada, no cabía predecir si daría resultado esta forma de transmisión relampagueante, sin ningún movimiento de alas; por fortuna lo dio y eso allanó el camino para sucesivos ensayos.

Antes de cada serie de experimentos se dejaba que cada pájaro se acostumbrara a la caja; los ensayos de verdad, en que se proyectaban colores advertidores, comenzaban cuando los pájaros habían cogido dos gusanos de la harina sin manifestar síntomas de temor.

Al puntuar la respuesta de las aves, se prestaba la máxima significación al hecho de que un pájaro resultara plenamente ahuyentado, es decir, a la supervivencia del gusano de la harina. Ahora bien, incluso si a la larga era atrapado, un pájaro podía titubear mucho más con un modelo que con otro; estos síntomas de indecisión también se tenían en cuenta. A grandes rasgos, en cada experimento, si el gusano de la harina continuaba vivo, el modelo recibía dos puntos; si lo devoraban en seguida, el modelo no puntuaba; el compor-





Carbonero común cogiendo un gusano de la harina en la "caja de Blest" (arriba). Al conectar la luz de la caja iluminará una diapositiva con un "despliegue de alas" artificial. Se toma nota de la reacción del pájaro. Abajo, algunas de las diapositivas presentadas. Las más inferiores resultaban más amedrentadoras.

tamiento dubitativo merecía un punto. Así pues, cuanto más elevada fuera la puntuación global de todos los experimentos con determinado modelo, más efectivo era éste como mecanismo advertidor.

Los resultados hablan de una historia increíblemente interesante. En primer lugar, demuestran a las claras que los anillos son más eficaces como dispositivo ahuyentador que las rayas paralelas o las cruces. Así lo pusieron de manifiesto tres especies canoras. Por otro lado, varios anillos concéntricos son más eficaces que un anillo simple. Y lo más extraordinario de todo, los modelos que imitan el volumen mediante sombreado y reflejos de luz, como ocurre en algunos de los ocelos más barrocos, sumaban más del doble de puntos que los anillos dobles. No cabe duda, por tanto, de que esos ocelos superespecializados son mejores coloraciones advertidoras que los simples anillos; y además, que al menos algunos pájaros podrían actuar como seleccionadores de estas imitaciones.

Otro hecho interesante era que incluso pájaros sin experiencia, criados a mano, se mostraran mucho más asustados por los anillos que por otros dibujos, en una clara alusión a que el miedo a los ocelos no tiene por qué ser aprendido. Lo cual está en flagrante contradicción con la manera de actuar de los "colores advertidores verdaderos"; como veremos en seguida, dichos colores, sinónimo de incomedible, los pájaros no los evitan hasta que no han comido una o más víctimas que los presentan.

Por último, es muy notable que, a pesar de tener los ocelos un efecto de intimidación más enérgico que las rayas o las cruces, denoten estas últimas cierta acción. Esto indica que, si un insecto, por no importa qué mutación, adquiere una mancha contrastada en las alas que pudiera exhibir siempre que las abriera (p. ej., como preparación para volar), esto le reportaría ya cierta ventaja, y en adelante la selección trabajaría a favor de cualquier evolución complementaria en la dirección de un anillo.

## OCELOS EN OTRAS MARIPOSAS

Quienes no estén al corriente de la amplia presencia de estos ocelos en los insectos, podrían aducir que los anillos en, pongamos por caso, las alas de la mariposa pavo real son "una pura monstruosidad", y que tienen el aire de una insólita casualidad, que cabe esperar se presente en una de entre más de un millón de especies



animales, a la vista de la formidable variabilidad estructural existente en el reino animal. Pero son muchísimas las especies que, de una u otra forma, presentan estos ocelos, y este hecho por sí solo vuelve improbable la teoría de la "monstruosidad". Sólo en los lepidópteros hay siete grandes grupos con varias especies oceladas, en cada uno de los cuales hay numerosas especies sin ocelos.

Un zoólogo alemán, F. Söffert, comparando los arquetipos de color de muchas mariposas nocturnas y diurnas, descubrió que todas se pueden considerar variantes de una distribución general. Y demostró, con todo lujo de detalles, que las diferentes especies han transformado partes muy dispares de este modelo ancestral en lo que ahora son ocelos superespecializados.

La comparación sugiere que las especies de nuestro tiempo han desarrollado esos ocelos convergentes como resultado de presiones ambientales, y que son genuinas adaptaciones. Esto lo confirman los experimentos relativos a su función. Además, queda probado que los primeros naturalistas estaban en lo cierto acerca de la finalidad de los ocelos en cuestión.

La naturaleza intrincada e "improbable" de esas adaptaciones resulta aún más impresionante si se estudia el comportamiento mediante el cual, cuando surge la necesidad, se exhiben los ocelos. En la mayoría de las especies, están ocultos debajo de pelo o lana disimulado; sólo los muestran si algún estímulo informa al animal de que ha hallado la protección proporcionada por el mimetismo —como es obligado en ciertas ocasiones, pues ningún mimetismo es totalmente eficaz. De entrada, los estímulos empleados son varios: ya hemos visto que la mariposa pavo real suele responder a estímulos visuales, pero que a la esfinge ocelada hay que sacudirla. Los movimientos en sí también son distintos; Blest los ha estudiado bastante detalladamente. En todos los casos, el movimiento particular observado se adapta con toda perfección a la estructura, es decir, siempre se manifiesta en el lucimiento de los ocelos. Las especies que no los poseen, no tienen esas paradas: por ejemplo, las que están totalmente mimetizadas, permanecen estáticas, sin moverse cuando se las sacude. Entre los saturnidos hay especies sin ocelos aunque con dibujos contrastados de listas claras y oscuras, transversales, visibles cuando la mariposa, ante una perturbación, se achica, levanta las alas y curva el abdomen. En esta postura, la mariposa permanecerá inmóvil por un tiempo: entonces recuerda a algunas avispa de gran tamaño.

Aunque la investigación de Blest quizá deja escaso margen de

duda en cuanto a la función real de los ocelos, plantea un nuevo problema. Si es una ventaja para los insectos asustar a los pájaros, entonces es desventajoso para los pájaros en cuestión que los asusten los ocelos. ¿Por qué no han sido capaces de librarse de semejante respuesta negativa? Parece que existen dos posibles respuestas a esta pregunta. Una, que la organización del sistema visual de un pájaro está conformada para que un dibujo redondo, como el de un ocelo, sea más llamativo que cualquier otro, y que es beneficioso para el ave huir de todo elemento llamativo que le salga al paso repentinamente. Otra, que las respuestas de huida de esos pájaros están adaptadas de tal manera que se disparan por los estímulos simbólicos que caracterizan a sus propios predadores. Si dichos pájaros reconocen a búhos, gatos y armiños por sus ojos, al menos en parte, es imposible que los pasen por alto para hacerse con la nimia ventaja de una ingestión extra de vez en cuando. Los experimentos de Hinde han apoyado esta segunda hipótesis, pues demuestran que los pinzones vulgares responden a los ojos de los búhos. Sin embargo, la selección de éstos podría basarse en el mismo principio que la de los ocelos de los insectos: quizá despiertan temor simplemente porque son llamativos. El experimento definitivo habría que hacerlo con pájaros canoros, que no reaccionan en absoluto ante los búhos. De ser cierta la segunda interpretación, dichos pájaros no deberían asustarse por un despliegue de ocelos. Me inclino por la segunda probabilidad: que todos esos insectos, por así decirlo, "parasitan" la reactividad del ave frente a sus propios predadores.

## SEÑALES DE DESORIENTACIÓN

Hasta ahora sólo me he ocupado de una clase de ocelo: el grande, coloreado y complejo. No obstante, muchos insectos los poseen pequeños, menos trabajados. Un ejemplo clásico es el sátiro común. En reposo, esta especie se camufla de maravilla. Ligera-mente inquieta, levanta las alas anteriores lo suficiente para dejar ver un punto negro, circular, con una minúscula mota blanca en el centro. Esos ocelos pequeños, bastante comunes en insectos y otros animales, se han considerado, durante mucho tiempo, como señales de desorientación. La idea es que algunos predadores, al apuntar a la cabeza de la víctima, la "reconocerían" por el punto y, si éste se ubica lejos de aquélla —como ocurre a menudo—, permitiría a la víctima escapar con lesiones de menor importancia. Existen





Sátiro común en su entorno natural.

pruebas circunstanciales de que ésta podría ser la explicación correcta. Por ejemplo, Swynnerton marcó mariposas africanas del género *Charaxes* con ojos, líneas, etc., artificiales, próximos al margen de las alas, que soltaba y capturaba de nuevo a intervalos. Las mariposas marcadas tendían a sobrevivir más tiempo que las no marcadas, y las que presentaban indicios de haber sido atacadas por pájaros, mostraban huellas de pico y mutilaciones cerca de las marcas.

Estos resultados son sugestivos, pero no del todo concluyentes. A veces el comportamiento nos da una pista del posible significado de un ocelo. Cott describe cómo un pez, el *Chaetodon capistratus*, que presenta un ocelo próximo a la cola, al ser atacado por un predador, nada primero lentamente de cola, para luego salir de es-

tampida en dirección opuesta. Esto cobra sentido sólo si admitimos que los predadores toman la cola por cabeza, de suerte que calculan mal los movimientos del pez.

Blest estudió el problema de las señales de desorientación, valiéndose de experimentos con modelos. Daba de comer gusanos de la harina a cuatro escribanos cerillos criados a mano, y observó que solían atacar a los insectos mediante picotazos dirigidos bien a la cabeza, bien a la cola, con un ligero sesgo hacia la primera. Alternando con gusanos de la harina normales, se ofreció a los pájaros: primero, gusanos de la harina con la cabeza, o la cola, cubiertos de esmalte blanco y con un diminuto punto negro en el centro; segundo, controles, por ejemplo, gusanos de la harina con un extremo pintado de un color muy parecido al suyo propio. Los experimentos se desarrollaron según una secuencia cuidadosamente preparada, de manera que se pudo comparar “desviaciones hacia la cabeza” (preferencia por la cabeza frente a la cola) con “desviaciones hacia el lunar” (preferencia por el lunar frente al extremo no marcado, con independencia de que la localización del lunar fuera en la cabeza o en la cola). Los resultados confirmaron la hipótesis de la desorientación: mientras que en gusanos de la harina no marcados, el porcentaje de picotazos dirigidos a la cabeza era del 60 %, el de los que apuntaban a las marcas de los gusanos con ocelos artificiales se situaba entre el 70 y el 80 %. El porcentaje de los picotazos orientados a las marcas de los controles no difería de las “desviaciones hacia la cabeza” de los gusanos de la harina normales.

## COLORES ADVERTIDORES VERDADEROS

También se han estudiado otros tipos de coloración llamativa, aunque, en este caso, ni mis colaboradores ni yo hemos llegado a participar. Habíamos visto que algunos canoros se asustaban de los ocelos antes de haber tenido ningún género de contacto con ellos. Sus reacciones parecen desencadenadas por lo imprevisto de la exhibición de los ocelos. Pero muchas especies, como las avispas, enseñan constantemente sus vivos colores y, por tanto, no cabe la sorpresa cualquiera que sea el efecto que aquéllos puedan tener.

El problema de si —y de ser así, por qué— los pájaros evitan víctimas negras y amarillas lo abordó seriamente Windecker, en Alemania. Empleó la calimorfa cinabrio (*Callimorpha jacobaeae*), mariposa nocturna roja y negra que se puede ver volar hacia mayo y



principios de junio en zonas donde la hierba de Santiago (*Senecio jacobea*) es corriente. En ella viven sus orugas. Son muy vistosas cuando están a medio crecer o del todo crecidas, con anillos negros y amarillos, alternados; viven en grupos que llegan a comerse todas las hojas de plantas enteras. Windecker comprobó que si bien los pájaros jóvenes no vacilan en atacar a estas orugas, una vez las tienen en la boca, las rechazan con signos de evidente desagrado, como enjugándose violentamente el pico. En lo sucesivo las rechazarán siempre. Windecker aplicó un sencillo método para averiguar cuál es la parte desagradable de la oruga. Mezcló diversos componentes (entrañas, piel), por separado, con gusanos de la harina y los ofreció a los pájaros. El resultado fue que la piel pulverizada y mezclada con los gusanos los hacía inservibles para los pájaros; pero no ponían reparos a las entrañas. A continuación afeitó un buen número de larvas y vio que los pelos eran los responsables y no la piel. Al rechazar las orugas después de haber aprendido que eran incomedibles, los pájaros no respondían a los pelos, sino al arquetipo de color, pues en adelante se alejaban de todo insecto con un dibujo negro y amarillo del mismo tipo.

Análogos resultados obtuvo Mostler con avispas. En este caso, lo que desagrada a los pájaros es, por un lado, el aguijón y, por otro, el sabor de los órganos internos del abdomen. Como antes, bastaron muy pocas experiencias para que muchos pájaros aprendieran a dejar las avispas en paz.

Por consiguiente, diríase que estos colores permanentes, “no exhibibles”, difieren por su efecto de los ocelos. No son eficaces contra pájaros jóvenes; las especies que poseen estos colores han de pagar cierto “precio” para educar a cada nueva generación de predadores. Sólo pueden hacerlo si son, en alguna medida, incomedibles —ésta es, por así decirlo, la verdadera diferencia; y el color ha venido a superponerse a ella. Los insectos ocelados son totalmente comestibles. Blest ha observado que el efecto de los ocelos tiende a desaparecer: los pájaros que a menudo se encaran con ellos, con el tiempo llegan a ignorarlos. No es éste el caso de los colores advertidores verdaderos. Mostler encontró que la memoria de un pájaro para este tipo de cosas es muy buena: un colirrojo real rechazó una avispa a los ocho meses de haberse cruzado por última vez con una de ellas. Aun dándose cierto olvido, la experiencia renovada refrescaría en seguida la memoria del ave.

De esos estudios a una comprobación de la teoría del mimetismo sólo hay un paso, y corto. Si los pájaros aprenden a evitar in-



Orugas de calimorfa cinabrio. Ejemplo clásico de verdaderos colores de advertencia.



sectos incomedibles, o repugnantes en cualquier otro sentido, entonces no sería de extrañar que rechazaran también a otros insectos de coloración similar. De hecho, hay muchísimos insectos que si bien son comestibles, imitan o "mimetizan" a insectos con coloración advertidora. Existen incontables ejemplos descritos desde que Bates llamó por vez primera la atención sobre el mimetismo, y el parecido va a menudo mucho más allá del color.

El mejor trabajo experimental es el de Mostler. Observó que los canoros jóvenes tienen afición a las moscas cernícalo, incluso por aquellas que guardan estrecho parecido con avispa, abejas y abejorros. Ahora bien, una vez han tenido un primer escarmiento con una abeja, mantienen las distancias no sólo con las abejas, sino también con quienes las mimetizan.

Mühlmann estudió el mimetismo en experimentos con modelos. Pintó gusanos de la harina con diversos listados rojos, y al mismo tiempo les dio mal sabor con crémor tártaro (sustancia que produce náuseas y vómitos); cuando los pájaros habían aprendido a rechazar esos modelos, investigó cuán parecido debía de ser un modelo mimético (gusano de la harina pintado con un dibujo más o menos similar) para estar también a salvo. Encontró que, si bien un arquetipo idéntico al del modelo tenía un efecto óptimo, bastaba con una semejanza superficial para conferir cierta protección. Estos resultados son muy interesantes porque, además de proporcionar un fuerte apoyo a la teoría del mimetismo, demuestran que incluso el parecido remoto con un insecto desagradable tiene cierto valor para la supervivencia y podría, por tanto, ser el punto de arranque a partir del cual la selección puede actuar y producir un mimetismo más y más perfecto.

Así pues, todas estas investigaciones confirman de todo punto las ideas de los primeros naturalistas. Proporcionaron, además, resultados más detallados, incluso totalmente nuevos. Por ejemplo, como me indicaba mi colega P. Sheppard, el hecho de que uno de los colirrojos reales de Mostler rechazara avispa a los ocho meses de su más reciente experiencia con ellas, denota que no hay ninguna necesidad de que el modelo mimético sea (como se suponía por regla general) menos frecuente que su modelo. La idea subyacente a esta opinión era que si los predadores tenían más contactos con los modelos miméticos comestibles que con los modelos incomedibles, a lo mejor aprendían a capturar modelos en lugar de evitar a los miméticos. Las observaciones de Mostler sugieren que esto puede ser función de lo repulsivos que sean los modelos. ¿Quién sabe

cuántos ejemplares miméticos rechazará un colirrojo real a partir de uno o unos pocos encuentros con avispa? Mientras el color del ejemplar mimético disuada al experimentado predador de nuevas probaturas, no cabe posibilidad alguna de que aprenda que el ejemplar mimético es comestible.

Los colores, obviamente, pueden tener funciones diferentes en otros animales: algunos tipos de coloración pueden incluso ser completamente ajenos a las respuestas de otros animales hacia ellos. El color negro de ciertos habitantes del desierto, por ejemplo, ayuda a sus portadores a irradiar y, por tanto, a perder calor mientras permanecen a la sombra —como hacen muchos.

Lo que siempre me ha fascinado de los tipos de coloración que he considerado, es que estamos ante relaciones *mutuas* entre animales —las especies coloreadas y los animales que reaccionan ante ellas, manifiestan un comportamiento interesante—, y ello contribuye al atractivo del trabajo cuando nos enfrentamos con acontecimientos tan sorprendentes como un predador asustado por el despliegue súbito de unos ocelos, o pasando por la extraordinaria, aunque en modo alguno singular, experiencia de descubrir que un manjar al parecer delicioso, es de lo más repugnante al paladar —experiencia que cambiará profundamente el perfil de su existencia. Que las averiguaciones sobre esos extremos tengan tan fácil recompensa cuando realizamos una sencilla investigación, y conduzcan a comprender mejor la historia de los seres vivos, satisface y estimula a la gente lo bastante "chalada" como para dedicar su vida a curiosear en semejantes trivialidades.



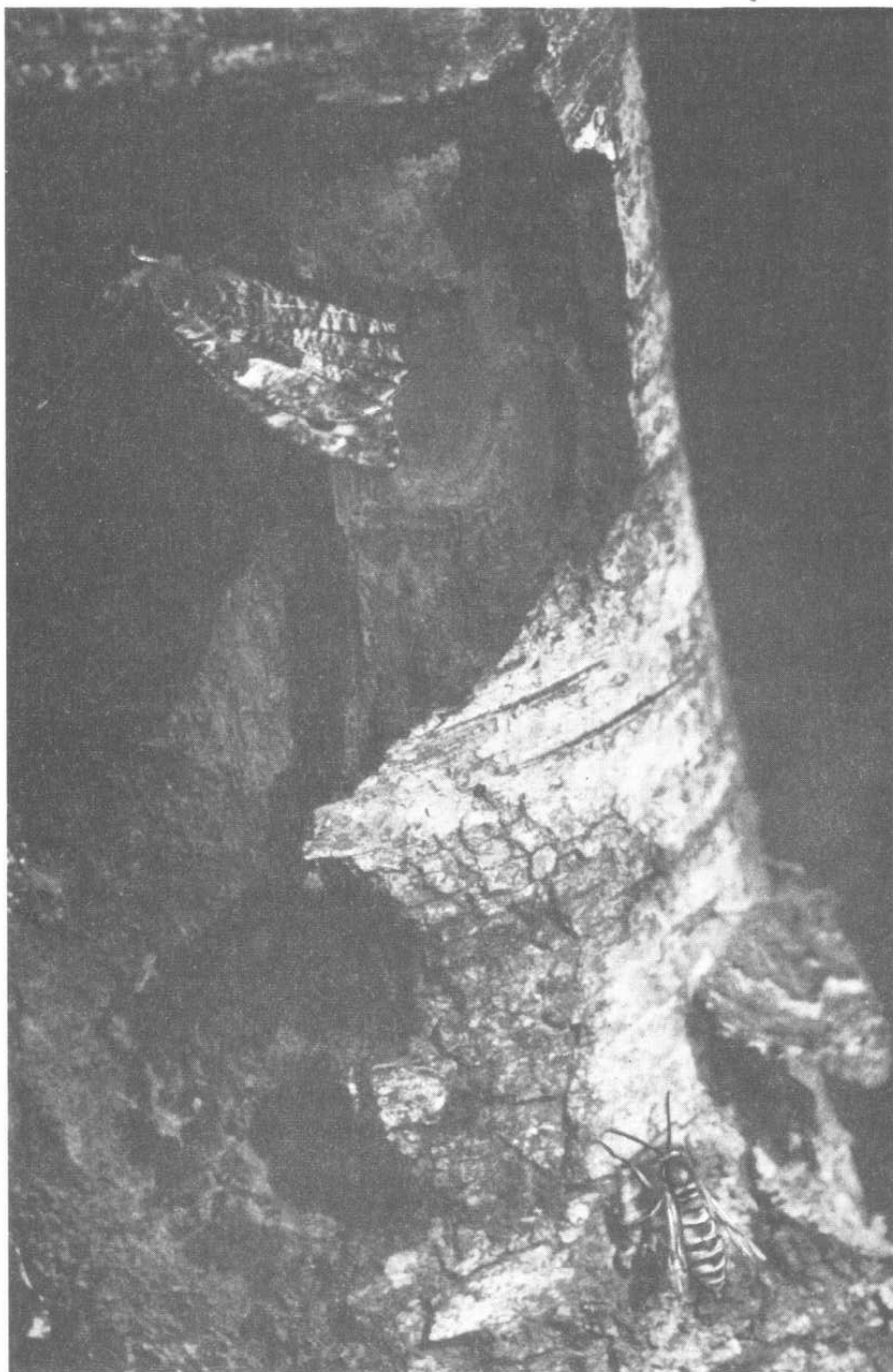
## VI. LA CORTEZA CON ALAS

### EL MIMETISMO DEL SÁTIRO COMÚN

Una de las mariposas más comunes de los arenales de Huls-horst, y sin embargo una de las menos visibles, es el sátiro común (*Hipparchia semele*). Mi primer encuentro con ella me causó profunda impresión por su mimetismo rayano en lo perfecto. Estábamos observando los diversos insectos que acuden a un abedul “sangrante”. Muchos abedules —y robles— de la región estaban atacados por larvas de la mariposa del taladro rojo (*Cossus cossus*), que horadan los troncos vivos. Por la heridas que abren esas enormes orugas, fluye savia cuya penetrante fragancia atrae a muchísimos insectos entendidos en la materia: numeradas, antíopes, ortiguerras, pavos reales, hormigas rojas de bosque, moscas de muchas clases, diversas avispa y escarabajos. Otros visitantes no manifestaban interés por la savia del abedul, pero sí por los invitados al festín. Las avispa (*Vespa media* y *Vespa crabro*) acudían en tropel a capturar moscas e incluso grandes mariposas: las avispa excavadoras del género *Mellinus*, que cazan al vuelo, no sólo venían aquí para apresar moscas, sino que excavaban sus madrigueras cerca de esos árboles para tener las provisiones a mano: ¡vamos, que construían la casa cerca del supermercado!

Mientras seguíamos a una antíope que se aproximaba al árbol —volando contra el viento, como de costumbre, atraída sin duda por el olor—, se desprendió un trocito de corteza, saltó por los aires en dirección a la mariposa, giró durante unos segundos, se alejó de nuevo y cayó en el suelo, esfumándose tan inopinadamente como había aparecido. Me acerqué con cuidado al sitio donde la había

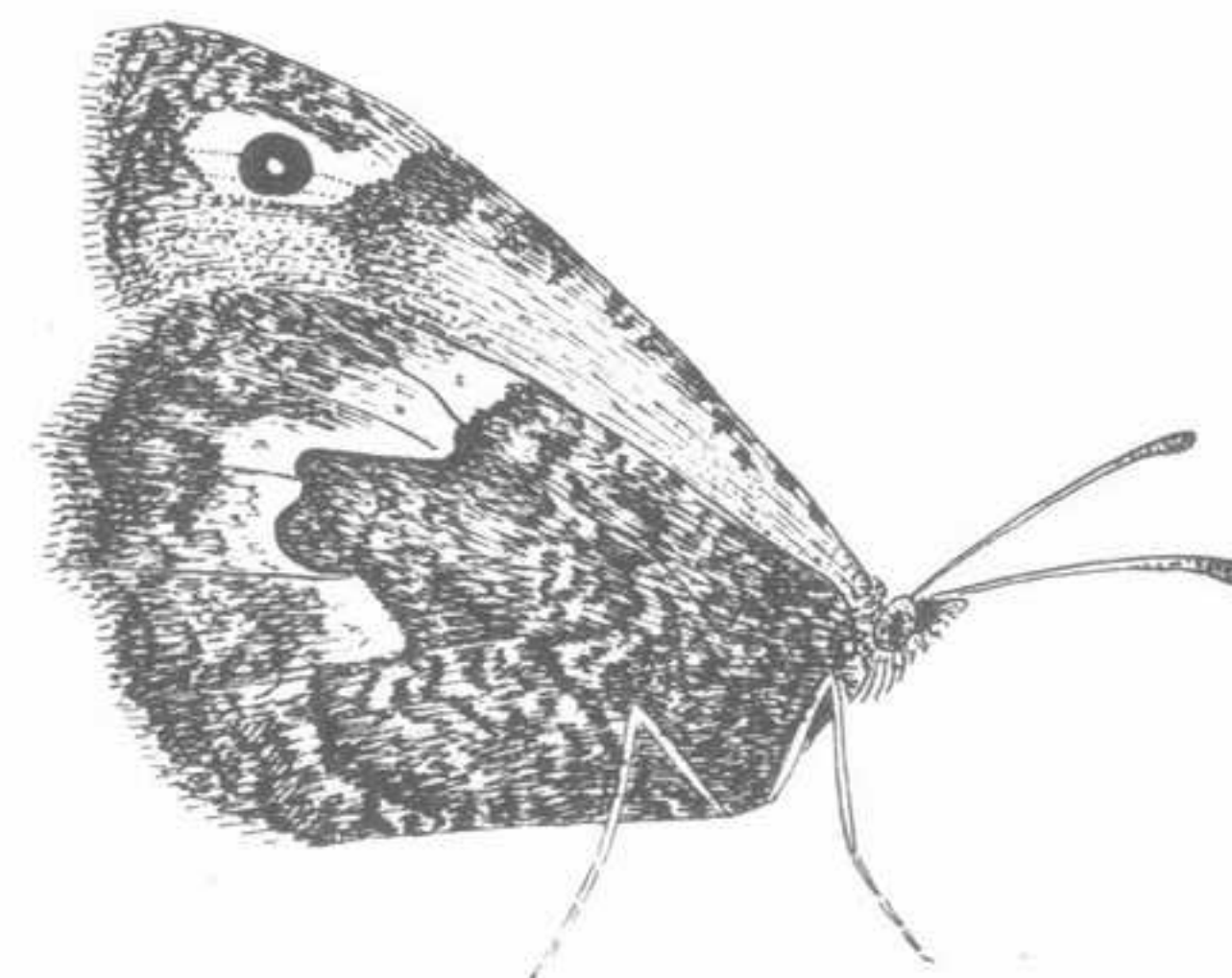




visto caer, mas no conseguí dar con ella hasta que se levantó una brizna de hojarasca; entonces pasó por delante de mí de vuelta al árbol y allí desapareció nada más tocar la corteza. Era un sátiro común, o "corteza con alas", como la llamábamos.

Su mimetismo era absolutamente asombroso. En reposo, las alas estaban plegadas como es habitual entre las mariposas; las delanteras recogidas entre las posteriores, de modo que sólo era perceptible el envés de estas últimas. A escasos centímetros, dicho envés se ofrecía de un gris mortecino, jaspeado y rayado de una manera que recordaba el dibujo irregular de la corteza de un árbol. Sin embargo, cuando observé las alas con una lupa, descubrí que ese diseño en apariencia incoloro estaba hecho de escamas bellamente coloreadas, pardooscuras, blancas o amarillodoradas. Su disposición era tal que ningún color dominaba grandes extensiones, siendo gris la impresión de conjunto. Esos mismos colores servían para el haz de las alas posteriores y ambas caras de las anteriores, aunque ahora se repartían en campos grandes, más uniformes. Las caras dorsales son pardas con amplias listas ocreas en que se advierten unos redondos puntos negros, con el centro blanco, en número de dos por ala. Este motivo hace que los dorsos alares resulten muy coloristas y llamativos. Los colores vivos son visibles en vuelo, pero se difuminan cuando el animal aterriza.

El efecto de mimetismo y los medios de que se sirve para alcanzarlo, merecían un examen más atento. El modelo en forma de



Sátiro común mostrando los ocelos de desorientación.



corteza de árbol no era exclusivo del envés de las alas posteriores; se hallaba también en esas estrechas regiones de la extremidad de las anteriores, visibles cuando las alas están plegadas: su límite coincidía exactamente con el borde de las alas posteriores —no se veía ni un solo milímetro cuadrado de color cuando la mariposa estaba en reposo, como tampoco se encontraba el modelo en forma de corteza, en parte alguna que permaneciera al cubierto en la posición de descanso.

Los movimientos del sátiro mostraban las mismas especializaciones que tienen otros muchos animales mimetizados: o volaban, y lo hacían con rapidez, o permanecían en absoluta quietud. El paso del vuelo precipitado a la inmovilidad total era tan inconcebiblemente discontinuo que perdíamos de vista a la mariposa en cuanto se posaba.

## LA CONDUCTA DE APAREAMIENTO

Por fascinantes que fueran los sátiros, no les prestamos demasiada atención mientras estuvimos ocupados en las avispas excavadoras. Pero cuando, a finales de los años treinta, la *Philanthus* empezó a declinar y se hicieron imposibles los experimentos en gran escala sobre orientación, prestamos atención a otros insectos; en seguida vimos que el sátiro ofrecía excelentes posibilidades de investigación. Recordábamos haberlos visto volar detrás de otras mariposas, y nos preguntábamos si lo hacían de manera regular, y en ese caso, por qué.

Unos cuantos días de observación al lado de un árbol sangrante nos dieron la respuesta y nos pusieron al tanto de algunos problemas muy prometedores para estudiar en el campo. Descubrimos que, en días soleados, los machos del sátiro común (más pequeños que las hembras, con una lista más pálida en las alas mimetizadas y un tono pardo más apagado en los dorsos de las alas) se apostaban en los puestos usuales de observación, fueran árboles sangrantes o cualquier otra cosa, aunque siempre en el suelo o muy poco por encima de él. Permanecían, por regla general, completamente quietos, hasta que los sobrevolaba otra mariposa, y entonces salían disparados tras ella. A menudo, ya a punto de alcanzarla, retrocedían de golpe; ahora, como fuera un sátiro hembra, la acosarían en salvaje persecución. Algunas de esas hembras se daban a la fuga rápidamente, otras se posaban; en este caso, los machos perseguidores

hacían lo propio y se dirigían a pie hacia ellas. Acto seguido, la hembra, o se alejaba con un vigoroso batir de alas, o permanecía inmóvil. Las hembras aleteadoras sólo merecían indiferencia, pero en cuanto una se calmaba y plegaba las alas, el macho empezaba a ejecutar una fascinante y complicadísima parada. Después de posarse cerca de ella, se paseaba a su alrededor hasta tenerla de cara. Acto seguido, con movimientos curiosamente espasmódicos, levantaba las alas delanteras poco a poco, temblando, y con una sacudida final hacia delante, golpeaba a la hembra con ellas. Durante ese tiempo, las alas permanecían plegadas del todo o casi totalmente. Luego retiraba las delanteras un poco y comenzaba a abrir y cerrar sus bordes anteriores en rápida alternancia —un movimiento extraño—, mientras mantenía cerrado el resto.

Entregado a esta exhibición, sostenía las antenas en ángulo recto al cuerpo y las agitaba rítmicamente de modo que los extremos describían un círculo o un semicírculo cada medio segundo. La hembra, por su parte, extendía sus antenas hacia las alas de él. Al cabo de unos segundos de abaniqueo de las antenas, el macho abría de repente las alas, las adelantaba a ritmo lento y, recogiendo entre ellas las antenas de la hembra, las apretaba con suavidad y firmeza. Acto seguido se desplazaba hasta situarse detrás de ella y un poco aparte; entonces, curvando el abdomen lateralmente, establecía contacto con sus órganos genitales y copulaba.

Ésta era la trayectoria completa del apareamiento, si bien pocas veces pudimos observarla en la naturaleza. La mayoría de los intentos de los machos tropezaban con los desplantes de las hembras; como descubrimos después, esto era debido a que el común de las hembras, si no todas, se apareaban sólo una vez y los machos no tenían medios para distinguir desde lejos entre las vírgenes y aquellas que ya habían copulado; así que emprendían el vuelo en respuesta a todas las hembras; sólo más adelante se enteraban de si la hembra les haría caso o los rechazaría.

Era evidente, por tanto, que el súbito despegue del sátiro macho en seguimiento de cualquier hembra o mariposa de una especie extraña era el primer acto de su comportamiento reproductor. Parecía como si la visión de cualquier mariposa estimulara a los machos a iniciar la persecución con fines sexuales; como si los estímulos recibidos una vez cerca del otro insecto, le dieran a entender que se trataba de una hembra de su propia especie o cualquier otra. La parada ritual, en conjunto, daba la impresión de ser una cadena de respuestas independientes. Por aquel tiempo, estábamos par-





Observando un antíope.

ticularmente interesados en el análisis de situaciones-estímulo con respuesta unitaria; ahí parecía existir un material idóneo para dicho estudio.

### A LA PESCA DE SÁTIROS

Y empezamos —B. J. D. Meeuse, L. K. Boerema, el finado W. W. Varossieau y yo mismo— por estudiar detalladamente la persecución con fines sexuales. En seguida quedó patente que era una respuesta a una situación-estímulo visual de índole muy indiferenciada, pues los machos seguían una muy curiosa gama de objetos. Los vimos perseguir veinticinco especies distintas de lepidópteros, entre ellas de tipos tan dispares como antíopes, plusias y lasiocampas. Iban también detrás de otros muchos tipos de insectos: escarabajos peloteros, avispas, libélulas de varias clases, saltamontes de los géneros *Stenobothrus* y *Oedipoda*, e incluso pájaros como carboneros comunes, pinzones vulgares y zorzales charlos. Asimismo, estas observaciones indicaban que los verdaderos estímulos habían de ser visuales; esto venía rubricado por los casos, bastante divertidos, de machos volando tras su propia sombra.

Decidimos seguir por ese camino hasta el final y ampliar los experimentos naturales que habíamos visto, con otros más sistemáticos y preparados. Dispusimos modelos de papel de mariposas, sujetándolos con hilo delgado a bastones de un metro de largo; con esas “cañas de pescar” los presentábamos a machos en reposo, haciendo “volar” cada modelo hacia el macho desde una distancia de unos dos metros, y que lo sobrevolara a unos treinta centímetros. Los machos reaccionaban pronto a esos modelos; así fue cómo iniciamos una investigación que nos mantuvo ocupados —y a nuestros diversos amigos— durante varios veranos. Tres o cuatro de nosotros íbamos a recorrer kilómetros del territorio de los sátiros, presentando nuestros modelos, de manera más o menos sistemática, a todo macho que se cruzara en nuestro camino. Habría sido mejor hacer un número fijo de ensayos con cada individuo, usando un número constante de modelos, pero eso es absolutamente imposible en el campo, pues los machos suelen alejarse después de uno o dos experimentos y no siempre podíamos seguirlos el tiempo suficiente para someterlos a todas las pruebas que hubiéramos deseado. De ser posible, siempre ofrecíamos el modelo tres veces en rápida sucesión (a intervalos de cinco a diez segundos). Entonces





esperábamos unos veinte segundos antes de presentar un segundo modelo de la misma manera y así uno tras otro hasta que el macho desaparecía. La magnitud de la serie, por tanto, venía determinada por nuestros machos: oscilaban entre seis y un centenar de presentaciones. Variábamos irregularmente la secuencia de los modelos (sin llegar a la sutileza de hacerlo de forma aleatoria) y nos los intercambiábamos más o menos cada hora, a fin de eliminar posibles diferencias individuales en la técnica de la “pesca con caña”.

Con todo, hicimos unos cincuenta mil experimentos. Para cada modelo se tomaba nota del número de presentaciones y de respuestas positivas; el porcentaje de estas últimas respecto de las primeras sería una medida de valor desencadenante de un modelo. Sólo se hacían comparaciones entre modelos de una misma serie, pues las pertenecientes a dos días distintos eran, claro está, incomparables debido a los cambios meteorológicos y a otras variables que escapaban a nuestro control.

Ofrecíamos un espectáculo extravagante (por no decir otra cosa) con nuestra práctica, pero muy poco favorecedora, vestimenta de campo compuesta por pantalón corto, amplio sombrero de paja y gafas de sol; cada cual con sus dos cañas y sus modelitos de papel (algunos llamativamente coloreados), intentando que no se le enredaran en los arbustos o el brezo, la mirada fija en un sátiro, tratando de seguirlo en su irregular vuelo, corriendo detrás de él, deteniéndose de golpe, acechándolo, sometiéndolo al ritual de las tres “pescas” y tomando, por último, unas cuantas notas: todo eso con el rostro tenso y serio. No es de extrañar que nos hiciéramos merecedores de las recelosas y sorprendidas miradas del ocasional granjero o turista que diera en descubrirnos, como quien dice, con las manos en la masa.

Nuestra primera serie de experimentos tenía por objeto averiguar si los machos reaccionaban a los detalles del arquetipo cromático de las hembras. Ya habíamos visto que podía seguir con gusto a mariposas tan distintas como sátiros y numeradas; ahora lo que nos interesaba observar era si un modelo con coloración anómala era igualmente eficaz que una hembra normal de *Hipparchia*. En esta primera serie, empezamos por ofrecer tres modelos en sucesión —uno plano, pardogrisáceo, recortado en papel de embalar ordinario; otro pintado a la acuarela, réplica exacta, en la medida de lo posible, del motivo real, y un tercero en que se habían pegado alas genuinas de sátiro hembra. En otra serie, añadimos un modelo plano de papel cubierto con la misma cola.

Con estos modelos hicimos más de dos mil ensayos y registramos más de mil quinientas respuestas positivas. Ninguno de los modelos recibió más respuestas que otro, y dimos por probado que los detalles del arquetipo cromático de las hembras no hacían al caso para los machos, al menos en lo que se refiere al desencadenamiento de esta respuesta. A decir verdad, no nos esperábamos lo contrario, pues, dada la agudeza visual del género *Hipparchia*, es probable que, en las condiciones de nuestros experimentos, los machos no llegaran a percibir ningún detalle con la vista. Incluso hicimos los ensayos para asegurarnos de que podíamos usar el sencillo modelo de papel como modelo tipo, más o menos óptimo, con el que comparar todos los demás.

Acto seguido pusimos a prueba el efecto del color, ofreciendo modelos con la misma forma y cinco colores distintos —rojo, amarillo, verde, azul y pardo (el color tipo)—, además del blanco y el negro puros. Los papeles eran los archiconocidos Hering, de fabri-



cación alemana, normalizados, cuyo espectro de reflexión habíamos determinado con anterioridad. En resumen, de un total de doce series de experimentos, obtuvimos más de seis mil respuestas, para nuestro asombro, sin ninguna diferencia significativa entre los colores. El estándar era tan eficaz como el rojo y apenas difería del negro, el verde, el azul y el amarillo. Sólo el blanco era manifiestamente menos efectivo. Si algo había, era cierta tendencia de los colores más oscuros a desencadenar respuestas, pero nada más. Esto pudimos comprobarlo en una serie independiente en la que comparábamos el blanco y el negro con dos grises intermedios. El millar largo de respuestas obtenidas con dichos papeles se repartió de manera que el negro logró la máxima puntuación (cincuenta y dos puntos), el gris quince (el más oscuro) consiguió cincuenta puntos, el gris siete llegó a cuarenta y siete puntos, mientras el blanco alcanzó cuarenta y dos puntos.

Por tanto, en lo que a color y sombra se refiere, cabía concluir que las hembras oscuras, de cualquier color, estimulaban fuertemente a los machos. Los experimentos sobre color sugerían incluso que el modelo negro era algo mejor que el de color normal.

Esto parecía bastante paradójico. Los machos no exteriorizaban ninguna preferencia y se comportaban como si fueran ciegos al color. Sin embargo, a menudo habíamos reparado en sátiros alimentándose en flores y estábamos convencidos de que eran capaces de distinguir colores, pues mostraban inclinación por flores amarillas y azuladas de muchas formas y tonos.

## DISCRIMINACIÓN CROMÁTICA

Resolvimos, pues, estudiar el comportamiento alimentario un poco más. A tal fin levantamos una gran jaula de gasa ( $5 \times 5 \times 2$  metros) donde las mariposas podían volar y visitar modelos de flores si les venía en gana. Dispusimos, a modo de tablero de ajedrez, trozos rectangulares de papel de todos los colores disponibles dentro del espectro, del rojo al violeta, así como los treinta tonos de la serie normalizada Hering. Luego nos hicimos con una docena de sátiros, los soltamos en la jaula, nos acomodamos en un rincón sin dejarnos ver y aguardamos los acontecimientos. El sol era abrasador, la gasa blanca relucía increíblemente, la atmósfera resultaba sofocante, los observadores estaban amodorrados. El entusiasmo, al cabo de toda una jornada sin una sola respuesta a ninguno de los

papeles, andaba por los suelos. Al principio pensamos que las mariposas no tenían hambre o que quizá se sintieran inquietas por el nuevo entorno. No obstante, cuando les facilitamos flores reales, la mayoría de ellas acudió a comer.

Entonces pensamos que quizá reaccionaban al olor de la flor en vez de a los colores; en resumidas cuentas, sus visitas a los árboles sangrantes estaban controladas por el olor. Para comprobarlo, cogimos algunos trapos, los humedecimos con diversos perfumes (lavanda, rosa, lila) y los echamos a la jaula. En efecto, los sátiros reaccionaron a ellos, si bien de forma totalmente inesperada. Se paseaban alrededor y tamborileaban excitadísimos con las antenas, pero no iban a los trapos. En lugar de eso, Meeuse vio cómo uno de ellos descendía y se posaba en la camisa azul que llevaba. Al instante supo lo que eso significaba, y se lamentó de no haber pensado en ello antes. De hecho, una investigadora alemana, Dora Ilse, ya había reseñado que el olor de las flores es condición necesaria para que algunas mariposas reaccionen al color; obviamente, la *Hipparchia* se comportaba de manera parecida. Resultó ser así, y en lo sucesivo las mariposas fueron expuestas a olores y colores. Los observadores, en condiciones análogas de exposición, se sentían al borde del mareo en aquella jaula tan perfumada; pero la recompensa, transcurridos unos días, fue una gráfica que no admitía equívocos; la mayor parte del centenar aproximado de respuestas se inclinaban por dos papeles: el azul y el amarillo. Era un ejemplo agradablemente claro de un fenómeno que ahora sabemos debe ser corrientísimo: el estado interno de un animal —su “humor”— tiene una influencia profunda en los estímulos que selecciona en su entorno. Este experimento concreto lo demostró con mayor contundencia de lo habitual, porque los papeles ofrecidos a machos hambrientos eran idénticos en color y tono a los presentados en los experimentos de “pesca” a machos en plena actividad sexual.

Por entonces no dimos ningún paso más en esta dirección; nos limitamos a comprobar que los machos sexualmente activos respondían a menos estímulos de los que sus ojos podían percibir. Hoy día se sabe que esta situación es bastante común; además plantea un problema fisiológico interesante, pues supone que parte de la información recibida, y quizá transmitida por los órganos sensoriales, puede ser retenida antes de que llegue en última instancia a los centros motores de los músculos: que lo sea o no, debe depender del estado interno del animal. El problema continúa siendo estudiado ahora en diversos laboratorios. En éste, como en algunos otros



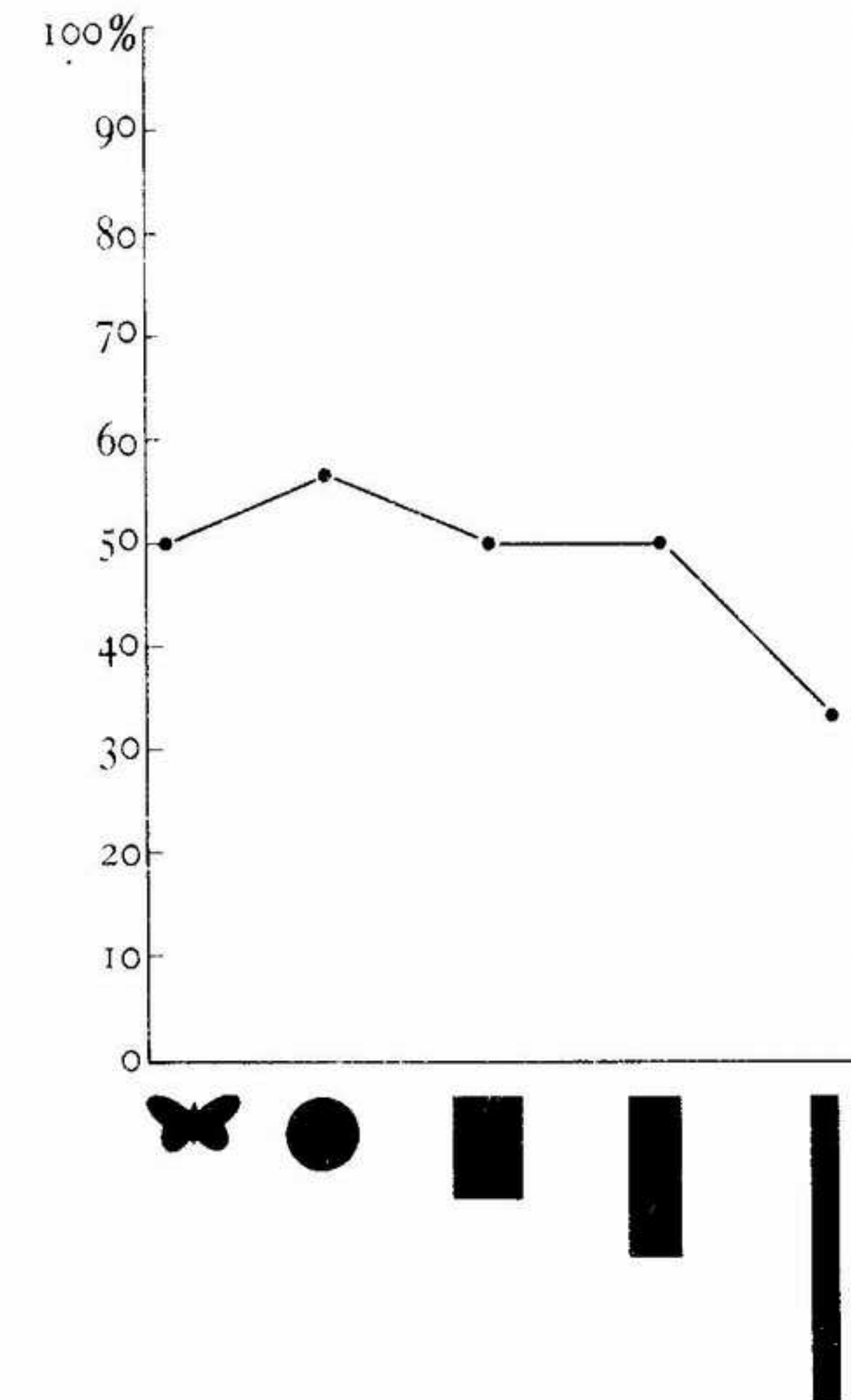
casos, los análisis del comportamiento realizados en el campo están ligados al estudio neurofisiológico efectuado en el laboratorio.

## OTRAS VARIANTES DEL MODELO

Volviendo a los experimentos con "caña de pescar", hicimos a continuación una serie en que se comparaban modelos de distinta forma: un modelo tipo en forma de mariposa, uno circular y tres rectángulos de diversas dimensiones ( $16 \times 1,8 \times 2$  y  $5 \times 3,2$  centímetros). El área de todos los modelos era idéntica. Los machos reaccionaron a todos ellos por igual, excepto una respuesta un poco inferior para el rectángulo más alargado. No obstante, descubrimos después que el aleteo de los modelos era un estímulo importante y, como no agitamos tan ostensiblemente este rectángulo como los otros, su menor puntuación puede deberse más al movimiento que a la forma. Sea como fuere, era evidente que las características de la forma no contribuían a desencadenar la persecución con fines sexuales. Lo que desconocemos es en qué medida se debe esto a una incapacidad para diferenciar todas esas formas.

Al intentar una serie análoga con modelos de diferente tamaño, tropezamos con dificultades. En primer lugar, al ofrecer los modelos de la manera habitual —haciéndolos aparecer a unos dos metros de distancia para luego aproximarlos al macho—, encontrábamos que el modelo tipo era superior a los extremos, el más pequeño y el mayor. Observamos, sin embargo, que los más grandes solían espantar a los machos en vez de atraerlos: efecto especialmente notable a distancias cortas. De modo que cambiamos de método, haciendo aparecer modelos de distinto tamaño a determinada distancia, balanceándolos allí sin acercarlos. Cuando así lo hicimos con un modelo de tamaño casi normal y otro de superficie cuatro veces mayor, obtuvimos distintos resultados según la distancia. A cincuenta centímetros, el modelo grande obtenía la mitad de respuestas que el pequeño, y a menudo ahuyentaba al macho. A cien centímetros, no había indicios de temor y el modelo mayor desencadenaba más reacciones que el tipo.

Ahora bien, a igual distancia, un modelo grande impresiona mayor superficie de la retina que uno pequeño. ¿Era ésa la razón de su mayor poder desencadenante, o persistiría la diferencia si los dos modelos abarcasen el mismo campo visual? Hicimos dos series de experimentos para estudiar este punto: la primera con un modelo



Modelos empleados en los experimentos de "pesca con caña". La gráfica muestra el porcentaje de respuestas positivas, desencadenadas en machos de sátiro común.

de cuatro centímetros a cincuenta centímetros de distancia y otro de ocho centímetros a cien centímetros; y una segunda con modelos de dos y cuatro centímetros a treinta y sesenta centímetros de distancia, respectivamente. En ambas, el modelo mayor obtuvo bastantes más respuestas que el menor; lo que demostraba, al mismo tiempo, que nuestras mariposas podían valorar las distancias o, en otras palabras, que tenían visión tridimensional.

No insistimos en esos experimentos ofreciendo modelos aún mayores, así que no sabemos si podemos definir el resultado como



“a mayor tamaño, mejor”, pero que un modelo de tamaño doble fuera mejor que uno normal era bastante sorprendente de por sí.

No describiré todos los experimentos que realizamos a continuación, pero mencionaré los resultados más destacados. Al mostrar un mismo modelo a distancias variables y, acto seguido, balancearlo, observamos que cuanto más cerca estaba de los machos, mayor era el número de respuestas obtenido. En otros ensayos estudiamos la influencia de la manera de mover el modelo: pasábamos sobre su cabeza un disco circular que movíamos uniformemente u oscilando a la manera de una mariposa en vuelo, arriba y abajo, girando deprisa en torno a su eje, a imitación —burda, por cierto— del aleteo de una mariposa que en rápida sucesión expone su costa-

do o su estrecha planta. El disco oscilante y el que giraba obtenían el doble de respuestas que el vuelo uniforme.

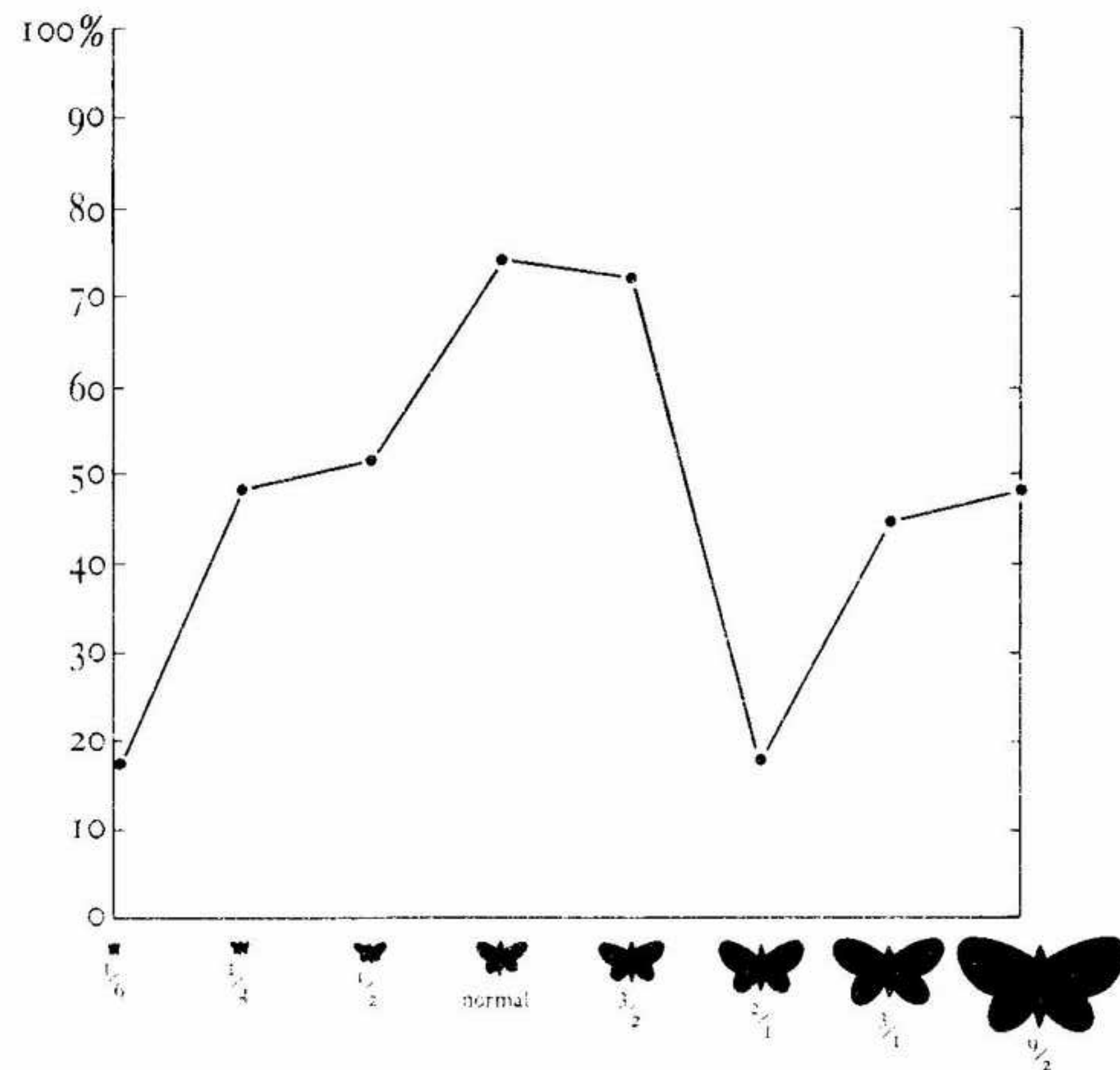
Ideamos otros experimentos para investigar la interacción de los diversos estímulos actuantes: oscuridad, proximidad, extensión y movimiento: el resultado final fue que una deficiencia en un estímulo (p. ej., la oscuridad) se podía compensar con un incremento en otro (p. ej., la proximidad). Esto reflejaba el carácter singularmente automático de tales respuestas. Quizá cabía esperar que un modelo con coloración anormal desencadenara menos respuestas cuanto más cerca se ofreciera; sin embargo, ocurría todo lo contrario: a “peor” modelo, más próximo tenía que estar para desencadenar respuestas.

Estas observaciones plantean múltiples cuestiones y sugieren muchos experimentos nuevos. Por ejemplo: ¿Se debe la fuerte efectividad de los modelos negros a su contraste con el cielo? ¿Resaltaría mejor el blanco con todos los modelos presentados contra un fondo negro? ¿Qué cuenta en el “giro” y en la “oscilación”? ¿Es sólo la velocidad de los movimientos parciales y la alternancia, en cada parte de la retina, oscuridad-luz? Todas esas preguntas esperaban respuesta; en realidad, estamos empezando a vislumbrar cuáles son los problemas generales suscitados por este trabajo. Uno es: ¿Cómo se utilizan esos estímulos que hemos descubierto en los experimentos? Es evidente que cada uno de esos presuntos estímulos pone en marcha complejos procesos sintéticos.

Otra cuestión ya mencionada: ¿Cómo se consigue que ciertos datos sensoriales no influyan en las respuestas? Es muy posible que hayamos alcanzado el límite del trabajo de campo y que dichos problemas deban ser abordados en el laboratorio. De hecho, eso es lo que se está haciendo.

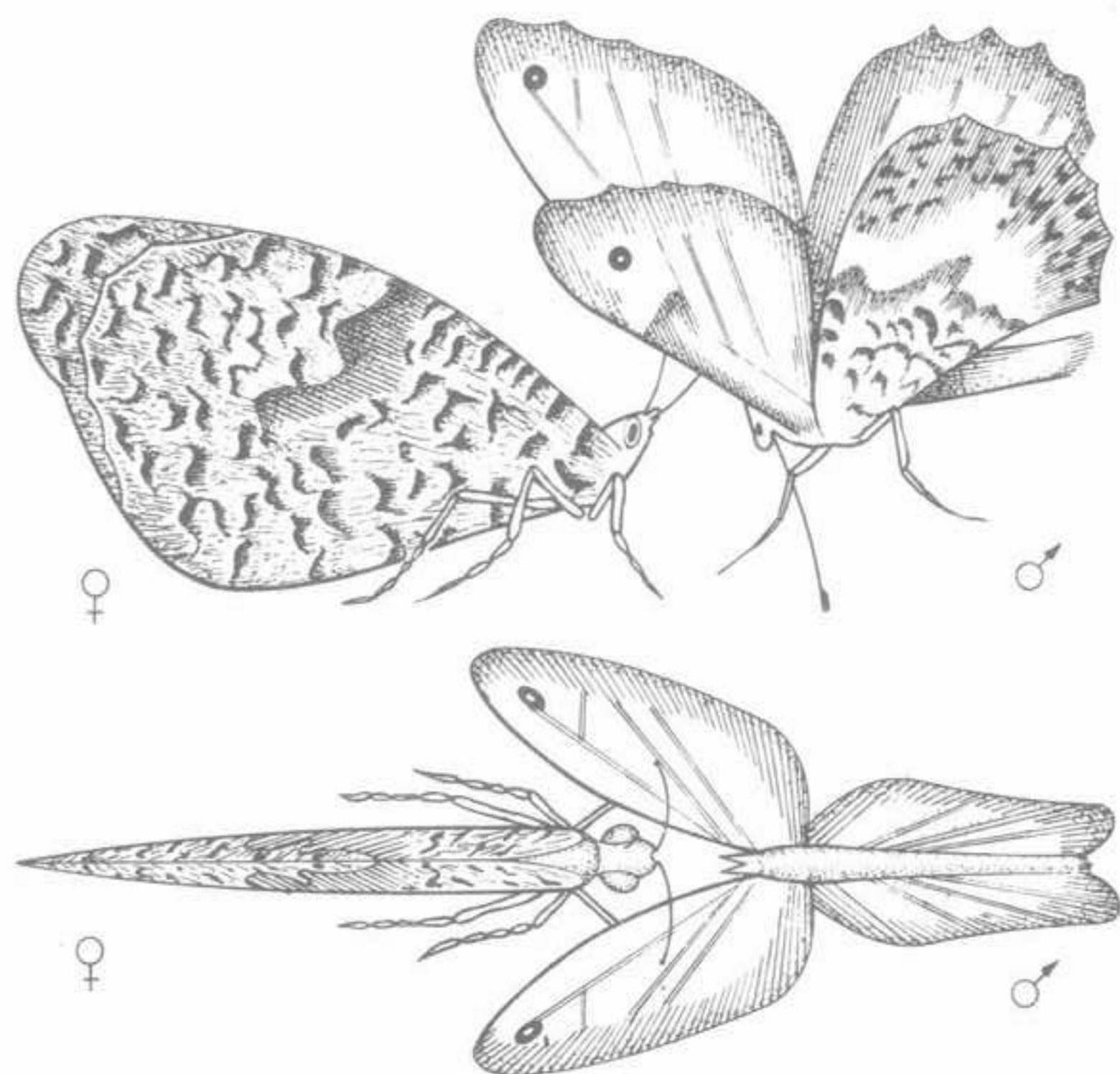
## DÍGALO CON PERFUME

La persecución con fines sexuales es sólo un eslabón en la conducta de apareamiento del sátiro común. El análisis de otros eslabones de la cadena principió con la presentación de modelos de hembra, montados en alambre, a machos que primero habían sido atraídos al suelo mediante un modelo volador. Este trabajo, lamentablemente, aunque proseguido durante varias temporadas, nunca lo concluimos. Incluso se descubrieron extremos interesantes. Por ejemplo, mientras el macho lleva a cabo la secuencia completa del



Modelos con la misma forma, pero diferente tamaño, empleados en este experimento. La gráfica corresponde al porcentaje de respuestas positivas para cada modelo, cuando éste se mueve hacia un macho de sátiro común.





“Reverencia” nupcial del macho de sátiro común, vista de costado y verticalmente. Las antenas de la hembra tocan las escamas odoríferas de la cara interna de las alas del macho.

cortejo, se encara todo el tiempo con una hembra fija e inmóvil, aunque cada etapa de su cadena de acciones es una respuesta a diferentes estímulos emitidos por la hembra. Algunas de ellas son evocadas por estímulos visuales; otras, por el perfume de la hembra. Además, las antenas de ésta eran necesarias para la orientación del macho cuando se colocaba ante ella. Lo pudimos demostrar mediante el ofrecimiento de una hembra muerta, desprovista de antenas, con dos alfileres clavados en el abdomen, imitando un par de tales apéndices en el extremo contranatural del cuerpo. En esas condiciones, el macho adoptaba una posición retrasada en lugar de frontal respecto al modelo. A pesar de todo, cuando daba la vuelta para copular, no se orientaba en relación con las antenas; y con un modelo de antenas falsas, copulaba en la posición normal.

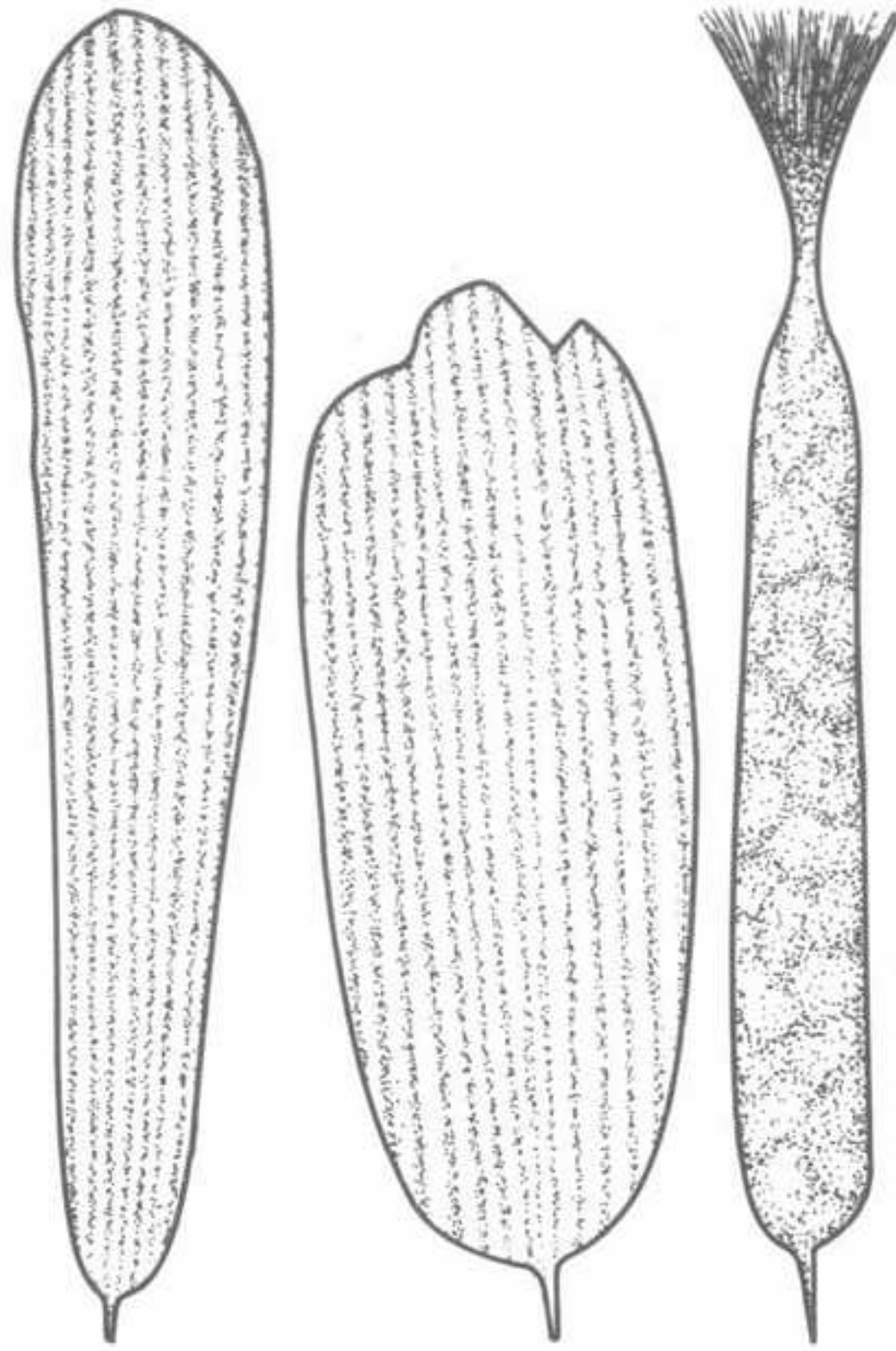
La parte más espectacular del cortejo del macho era la “reverencia”, y nos preguntábamos qué función podía tener. El comportamiento de la hembra nos dio la clave. Cuando el macho efectúa la reverencia, las antenas de la hembra están orientadas hacia él con

los extremos abrazados por sus alas anteriores. En ocasiones, una hembra toleraba las travesuras del macho durante un rato, pero remontaba el vuelo antes de que éste pudiera copular. El rechazo se producía a menudo en el momento preciso en que las alas del macho tocaban las mazas de las antenas de la hembra. Y es en dichas mazas donde se ubican los receptores olfativos. Al observar con detenimiento la reverencia masculina, vimos que las antenas de la hembra establecían contacto con las alas del macho en el punto donde éste presentaba una mancha oscura, inexistente en las hembras. Con el microscopio, la mancha en cuestión aparecía como una zona de escamas singularmente conformadas; no eran lisas y anchas, sino delgadas y rematadas en un diminuto pincel. Un tipo de escama harto conocido, que se ha encontrado en muchos lepidópteros, y siempre asociado con la producción de olor. A menudo esta fragancia es muy perceptible incluso para el insensible olfato humano, y en ciertas especies es sumamente agradable. El gran naturalista Fritz Müller —el primero que describió estas escamas olorosas— comenta que, en sus excursiones por el Brasil, solía llevar consigo una *Papilio grayi* con el único propósito de aspirar su perfume cuando le venía de capricho.

Se ha escrito que el sátiro despide un inconfundible aroma a chocolate, pero nunca pudimos estar seguros de percibir el más mínimo olor. Mas, como los indicios apuntaban con insistencia a que la reverencia del macho cumplía la función de ofrecer un estímulo químico a la hembra, decidimos comprobarlo. Pronto advertimos que eso era más fácil de decir que de hacer, y que el coste y la energía invertidos en el experimento podían no guardar proporción con el exiguo resultado.

Comenzamos por capturar un buen número de machos y hembras lo más pronto posible dentro de la temporada. La mitad de los machos fue sometida a una inocua operación: con un pincelito eliminamos las escamas olorosas, y pintamos la zona que cubrían con una disolución alcohólica de laca. Los restantes machos recibieron un tratamiento similar en una zona justo al lado del campo oloroso, que se dejaba intacto. Todos esos machos se soltaron luego en la jaula y se permitió que se les sumaran la mitad de hembras. Con la esperanza de que se aparearan en esas condiciones, observábamos si las hembras manifestaban alguna preferencia. El tiempo, por lo común inestable, sumado a la dificultad de hallar suficientes hembras vírgenes, nos impuso un ritmo lentísimo, pero fuimos obteniendo poco a poco el testimonio de veintisiete apareamientos obser-

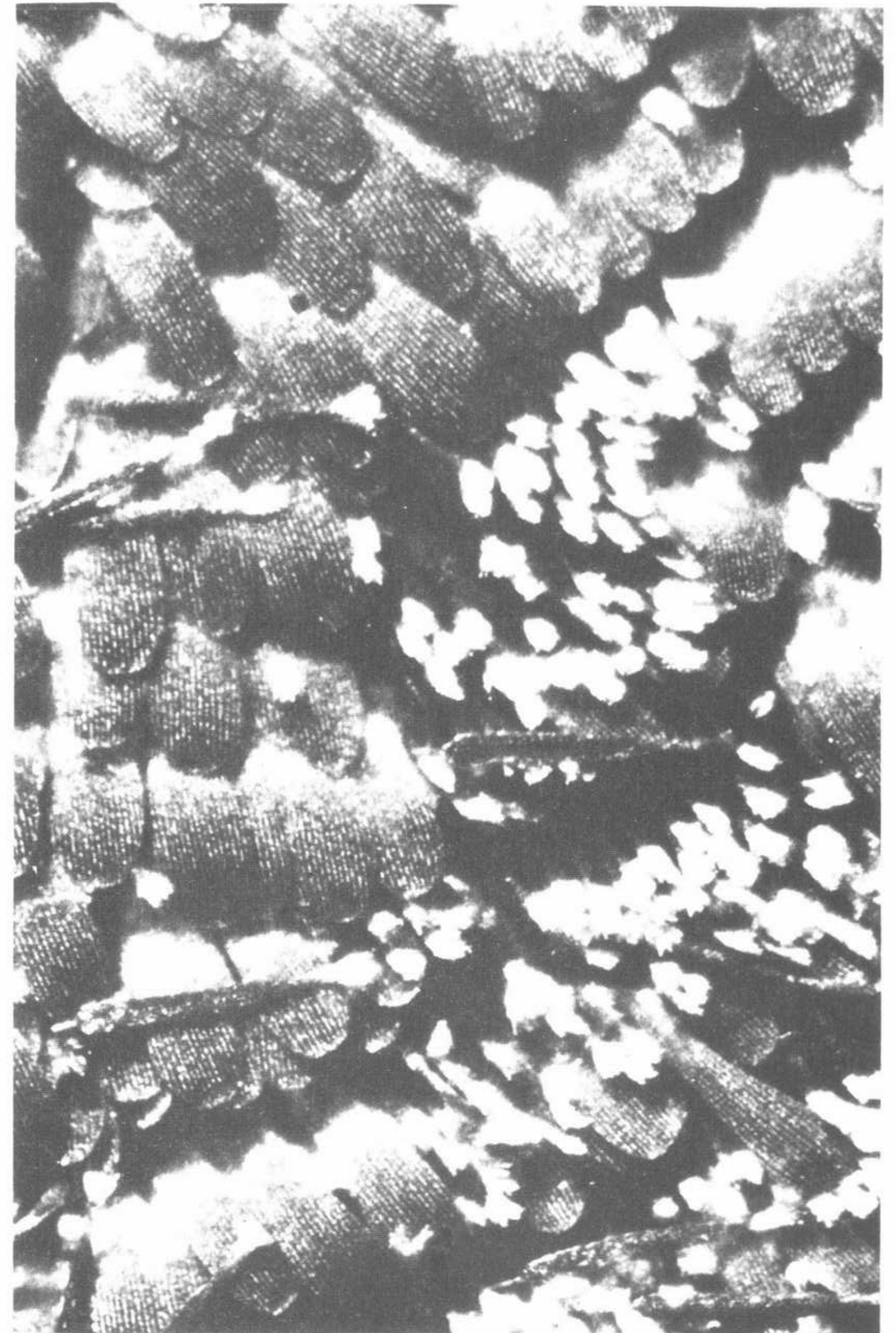




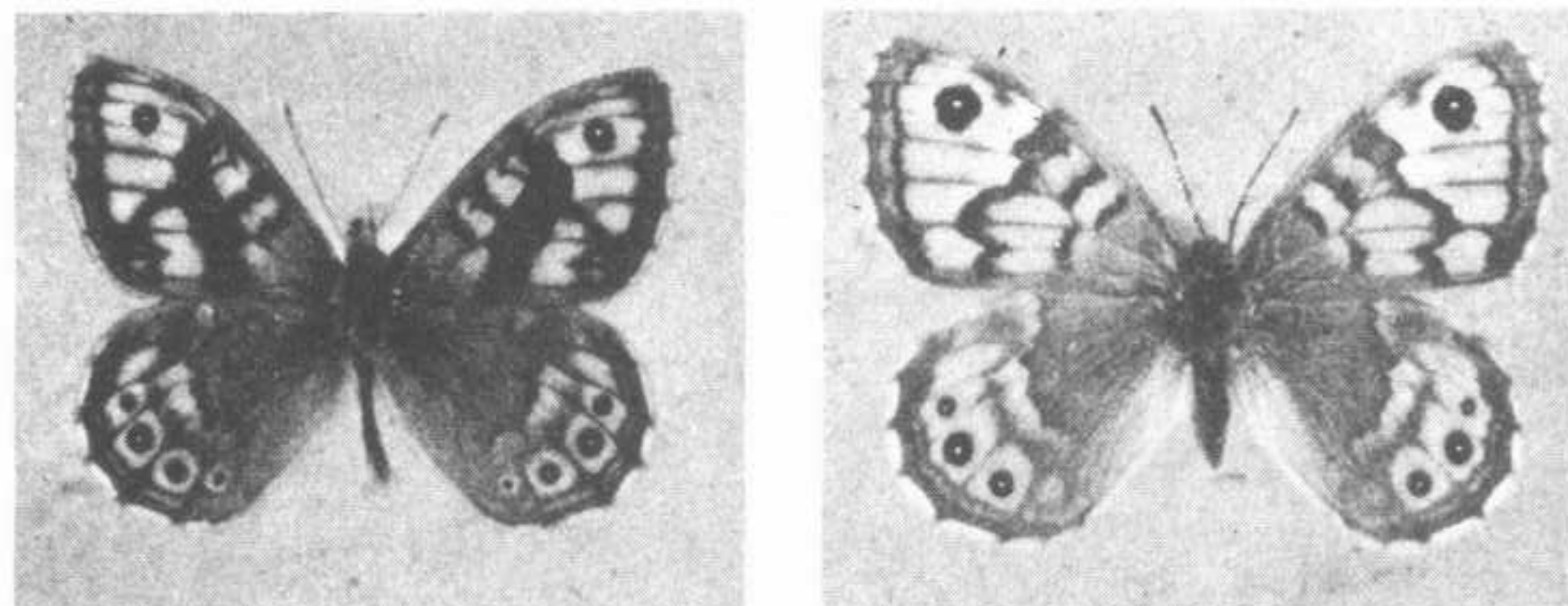
Copetuda escama odorífica junto a otras dos normales. La fotografía ( $\times 150$ ) muestra esas escamas en el ala de un macho de sátiro común.

vados en la jaula. De ellos, dieciséis fueron con machos cuyos órganos del olor estaban intactos, y once con machos sin ellos: un resultado pobre y no muy concluyente. Advertimos, sin embargo, que algunos de los once apareamientos de los machos inodoros se desarrollaron de una forma irregular. Hallándose cortejada una hembra por un macho perfumado en pleno cara a cara, he aquí que un macho inodoro se adelantaba y copulaba con ella. Esto ocurría en los rincones de la jaula, donde a menudo se apiñaban los sátiros. Por consiguiente, parecía como si los machos inodoros fueran aceptados algunas veces por hembras previamente estimuladas por machos normales.

Hicimos los siguientes experimentos en dos jaulas: los machos inodoros en una, los normales en la otra. Esto nos proporcionó una puntuación de nueve a dos. En conjunto, pues, obtuvimos veinticinco contra trece, y como sabíamos que al menos cinco de los trece —probablemente más— eran apareamientos “robados”, no cabe







La zona señalada con un círculo en el macho de la saltacercas (*Pararge megera*), muestra dónde se encuentran las escamas odoríficas. Las antenas de la hembra tocan esas zonas cuando el macho hace la "reverencia" nupcial.

duda de que las escamas olorosas facilitaban el apareamiento al hacer que las hembras aceptasen a los machos. El fracaso de los machos inodoros no se debía a ninguna influencia perjudicial de la operación en su comportamiento de cortejo. Si acaso, cortejaban con más vigor que los normales, es de suponer que a causa de las continuas frustraciones causadas por los desplantes de las hembras.

Este resultado, aunque pobre, nos satisfizo porque, contra lo establecido, hacía pensar en un tipo de función distinta para las escamas olorosas. En muchas especies, el olor sirve para atraer al sexo contrario. En este caso, los sexos se juntaban por la respuesta del macho a la vista de una hembra en tránsito, y el olor no entraba en juego hasta la etapa final del cortejo: su función era desencadenar la cooperación de la hembra en un apareamiento efectivo.

Por tanto, el sátiro no nos defraudó, al revés, nos brindó abundante material de estudio. Buena parte del trabajo, interrumpido por la guerra, no volvió a reemprenderse, de modo que no sacamos adelante nuestro análisis del comportamiento de los machos; ni nunca se concluyeron las observaciones microscópicas sobre las glándulas olorosas y los órganos olfativos de las antenas, ni el estudio morfológico de los órganos copuladores masculinos y femeninos del sátiro común y especies emparentadas. Lo incompleto de los resultados no es atribuible a la mariposa, sino a nosotros: el retorno a los sátiros es uno de esos planes que uno no pierde la esperanza de llevar a la práctica.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### Obras generales sobre lepidópteros nocturnos y diurnos

- Ford, E. B.: *Butterflies* (Collins New Naturalist, 1945). Se ocupa fundamentalmente de la biología de las mariposas británicas.
- Ford, E. B.: *Moths* (Collins New Naturalist, 1955). Volumen hermano de *Butterflies*.
- Ford, R. L. E.: *The Observer's Book of Larger Moths*, edición revisada (Warne, 1963). Guía de bolsillo para la identificación.
- Higgins, L. G. y Riley, N.: *Guía de Campo de las Mariposas de España y de Europa* (Ediciones Omega, 1980).
- Kettlewell, H. B. D.: *Your Book of Butterflies and Moths* (Faber, 1963). Más interesado por el coleccionismo y la presentación que por el reconocimiento.
- Newman, L. H.: *Create a Butterfly Garden* (John Baker, 1967). L. Hugh Newman es uno de los más conocidos especialistas en mariposas, y esta obra es el resultado de su dilatada experiencia con ellas.

### Obras más especializadas

- Blest, A. D.: "The function of eyespot patterns in the lepidoptera", *Behaviour*, núm. 11, 1957, págs. 209-256.
- Cott, Hugh B.: *Adaptive Coloration in Animals*, 2.<sup>a</sup> ed. (Methuen, 1957). Es la obra más exhaustiva sobre los diferentes tipos de mimetismo.
- Kettlewell, H. B. D.: "Further selection experiments on industrial melanism in the lepidoptera", *Heredity*, núm. 10, 1956, págs. 278-301. Presenta la investigación original sobre la geometra del abedul.
- Ruiter, L. de: "Some experiments on the camouflage of stick caterpillars", *Behaviour*, núm. 4, 1952, págs. 222-232.
- Ruiter, L. de: "Countershading in caterpillars: An analysis of its adaptive significance", *Arch. neerl. Zool.* núm. 11, págs. 285-342.
- Tinbergen, Niko: *Social Behaviour in Animals* (Methuen, 1953).



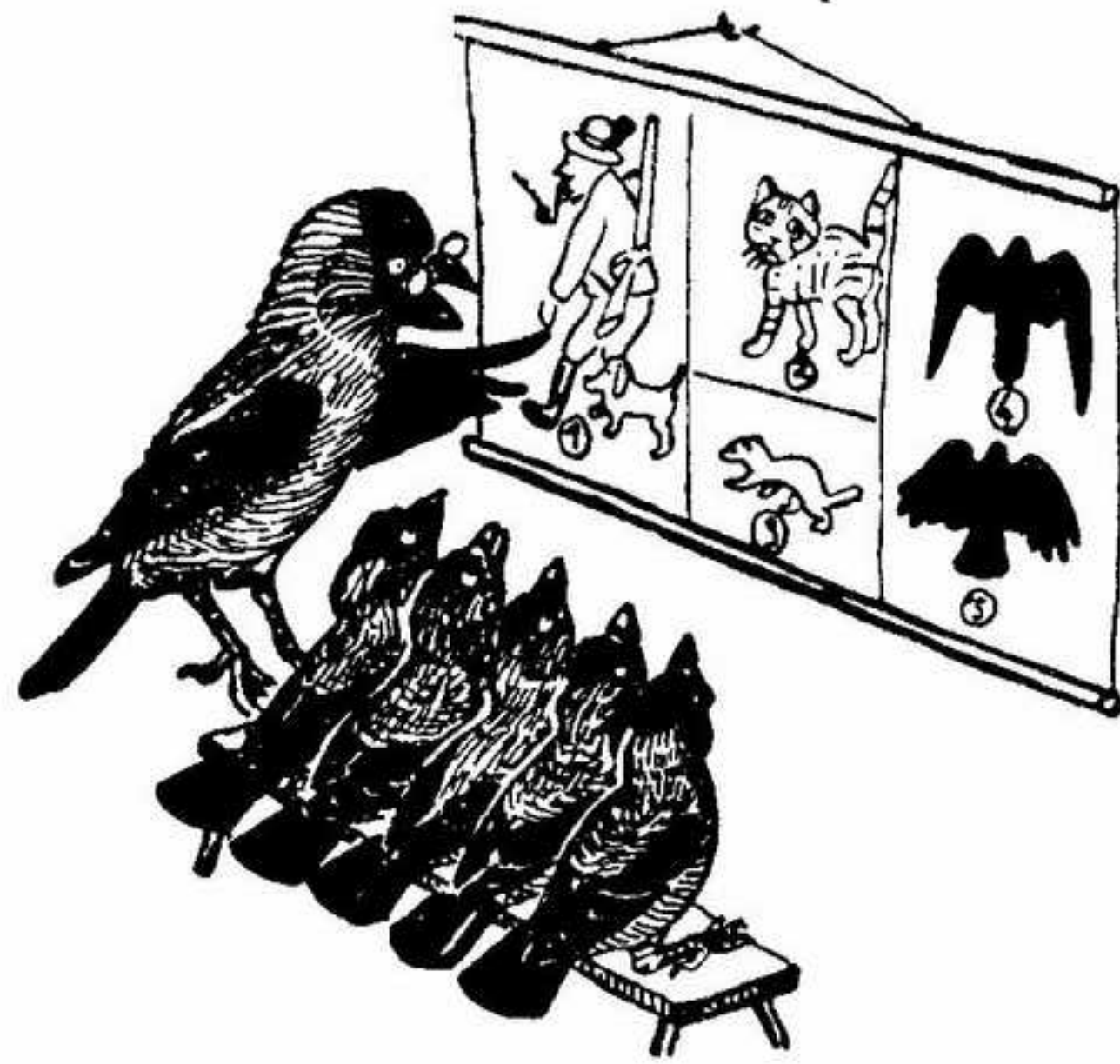


Ilustración del libro de K. Lorenz:  
*Hablaba con las bestias, los peces y los pájaros.*

## TERCERA PARTE

# LA VIDA COMUNAL DE LAS GAVIOTAS

### Obras generales sobre comportamiento animal

- Klopfer, P. H. y Hailman, J. P.: *An Introduction to Animal Behaviour*, Englewood Cliffs University Press, Nueva Jersey.
- Lorenz, Konrad: *Hablaba con las bestias, los peces y los pájaros*, 3.<sup>a</sup> ed. (Labor, 1982). Obra clásica, amena, divertida, de uno de los fundadores de la etología.
- Lorenz, Konrad: *Studies in Animal and Human Behaviour* (Methuen, 1970). Separatas de varios artículos del propio Lorenz, la mayoría de ellos más técnicos que la obra precedente.
- Manning, A.: *An Introduction to Animal Behaviour*, 2.<sup>a</sup> ed. (Arnold, 1972). Quizá la mejor introducción existente; muy amena.
- Stokes, A. W., (Ed.): *Experiments: Animal Behaviour in Laboratory and Field* (W. H. Freeman, 1968). Manual de laboratorio para graduados con detalles para experimentos sobre reconocimiento de configuraciones en abejas, acoso en aves, impronta, etc.
- Tinbergen, Niko: *Animal Behaviour* (Time-Life International, 1966).
- Wallace, R. A.: *The Ecology and Evolution of Animal Behaviour* (Goodyear Publishing Company, California). La primera obra sobre ecología del comportamiento.

### Revistas

*Scientific American* (Investigación y Ciencia); *Behaviour*; *Animals*.



## VII. LAS GAVIOTAS REIDORAS

Para saber cómo viven las aves, y por qué se comportan tal como lo hacen, cabe seleccionar cualquiera de las que tenemos a la vista. Los gorriones son tan interesantes como las águilas reales. Pero cada cual tiene sus preferencias, según las circunstancias, el azar y los diversos imponderables, y ocurre que a mí me gustan las aves marinas. En primer lugar, creo que, como muchacho, sentí el hechizo del paisaje costero; luego, porque muchas son grandes, viven en un terreno despejado y son, por tanto, fácilmente observables; y, por último, porque son sociables. Los pájaros canoros no me atraen tanto. Detesto ir con el cuello estirado todo el tiempo, siguiendo su ir y venir por las copas de los árboles, y perderme lo más interesante porque se les antoje meterse detrás de una rama gruesa. Dicho sea de paso, no todas las aves marinas se dejan observar así como así; tengo un vivo y bastante doloroso recuerdo de las temporadas que dediqué a la observación de las paradas aéreas del charrán.

Entre las aves marinas, las golondrinas son mis favoritas. Mientras viví en Holanda, entre 1930 y 1940, pasé mucho tiempo estudiando el comportamiento de las gaviotas argéneas y, en concreto, su organización social. Los resultados, aunque tardaron en aparecer, fueron tan fascinantes que empecé a interesarme por otras gaviotas. Por otra parte, mi amigo Konrad Lorenz me instaba a menudo a emprender un estudio comparado de un grupo de especies estrechamente emparentadas, recordándome los espléndidos resultados de la anatomía comparada, que tanto habían contribuido a nuestros conocimientos sobre la evolución de los seres vivos —de sus verdaderas afinidades— y de cómo las especies emparentadas se han diferenciado, paso a paso, a partir de un antecesor común.



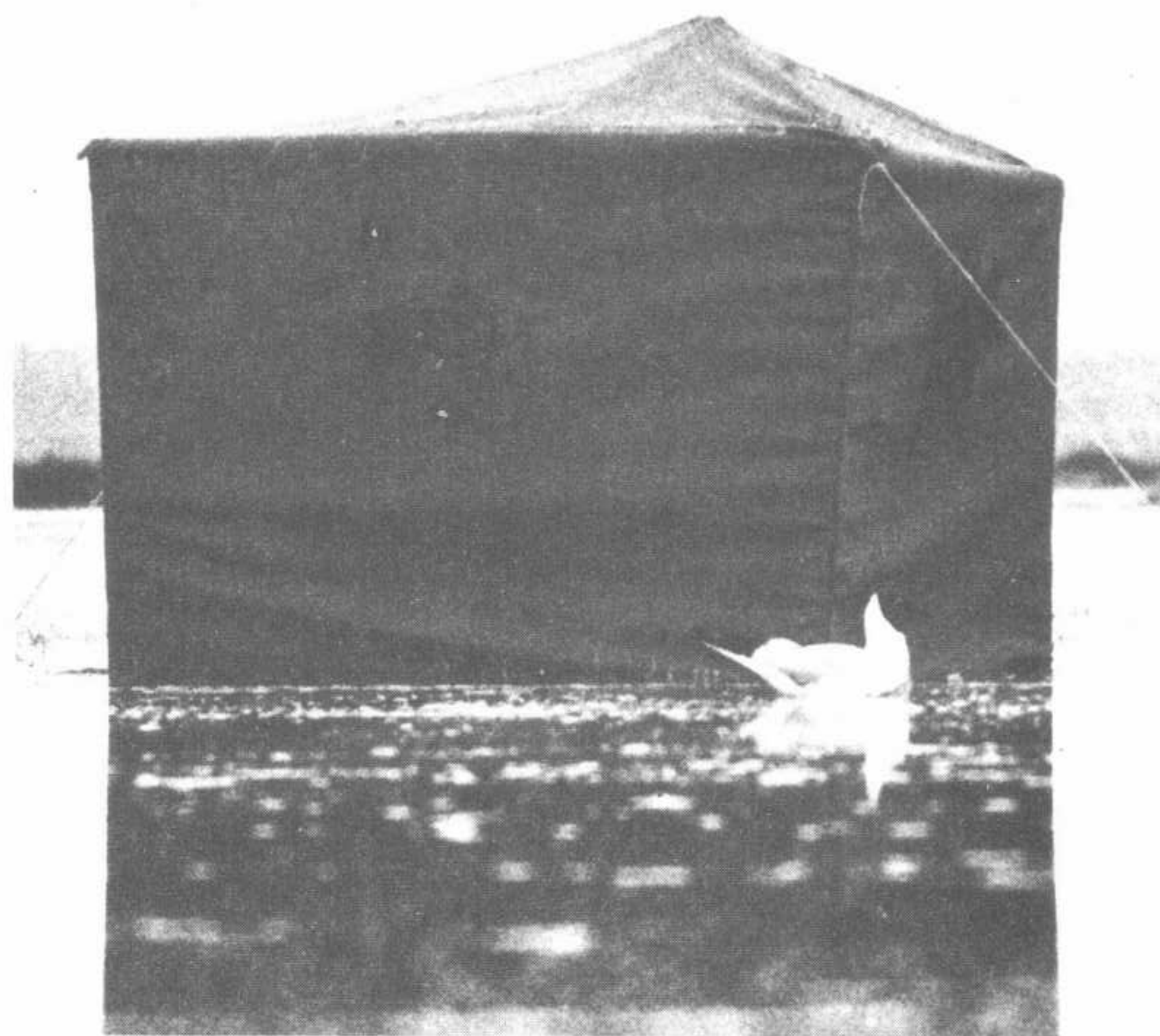
Lorenz solía recalcar que aún estamos en pañales en lo que a la evolución del comportamiento se refiere y que es necesario emprender de inmediato investigaciones comparadas, aunque sólo sea para comprender por qué incluso especies muy próximas se comportan, con frecuencia, de forma tan diferente.

Así, cuando me establecí en Oxford, en 1949, y hube de buscar temas para los trabajos de campo de los graduados, pensé, claro está, en las gaviotas. Pero, como ya me advirtió por entonces sir Alister Hardy, director del departamento de Zoología de la Universidad, Oxford es el peor sitio de las islas británicas para satisfacer semejante anhelo. La costa (¡donde vive la mayoría de las gaviotas!) no estaba en lo que se dice ahí a la vuelta, como era el caso de la costa del Mar del Norte en Leiden. Sin embargo, cuando vio que estaba dispuesto a seguir adelante con el tema, me prestó todo su apoyo. El Departamento de Zoología adquirió un *land-rover* para el transporte, lo que dio un giro de ciento ochenta grados a la situación. Como le gustaba decir al profesor Hardy tiempo después, todas las colonias británicas de gaviotas están igualmente cerca de Oxford, y nuestra localidad, a decir verdad, es el centro idóneo para un “programa de gaviotas”.

No fue difícil atraer colaboradores; durante casi veinte años, buen número de estudiosos del comportamiento, de Gran Bretaña y del extranjero, se han ido incorporando a los campamentos de trabajo y han contribuido a ampliar y profundizar nuestros conocimientos. Aunque parte de esta investigación fue realizada en el extranjero —en lugares tan apartados como Norteamérica y Sudamérica, las islas Galápagos, el continente europeo, Sudáfrica, la costa del Mar Rojo y las Spitzberg—, el grueso de nuestros esfuerzos se centró, obviamente, en el estudio de las especies autóctonas británicas. Lo hicimos de modo particular de dos de ellas (seleccionadas no sólo por ser comunes y muy accesibles, sino también porque diferían notablemente de la gaviota argéntea): la gaviota reidora y la tridáctila.

## PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE LA GAVIOTA REIDORA

Fue increíblemente difícil dar con una buena localidad para nuestra investigación de la gaviota reidora. Pasamos la primera temporada en la isla Scolt Head, frente a la costa de Norfolk; a la siguiente estudiábamos una colonia de tierra adentro, una de muy



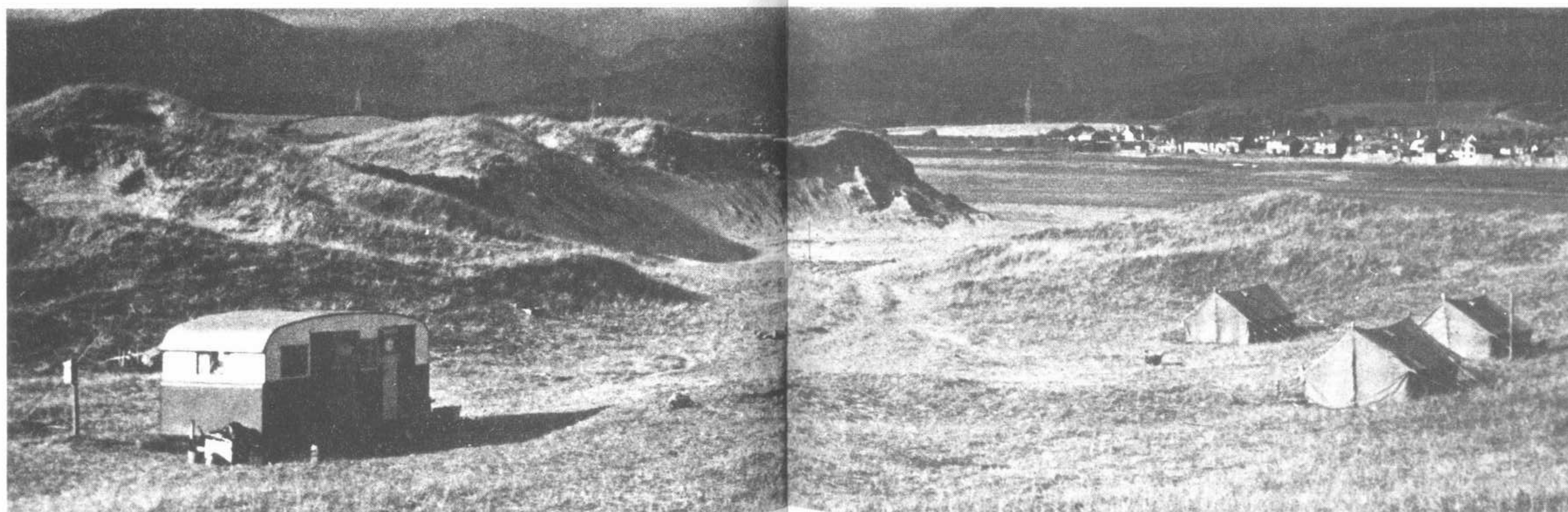
Marea viva de primavera en las marismas de la isla Scolt Head. Las gaviotas nadan en vano por encima de los nidos sumergidos. Su tendencia a reposar en lugares pantanosos inaccesibles las atraía una y otra vez a las partes más bajas de las marismas, y sus sucesivas puestas eran arrastradas por las aguas.

antigua raigambre, localizada en una isla pantanosa en un lago cualquiera de Norfolk. Ninguna de las dos colonias, por una u otra razón, dio mucho de sí. De modo que decidimos hacer lo que debíamos haber hecho desde un principio: irnos más lejos y establecer nuestra base cerca de la inmensa *gaviotera* de la península de Ravenglass, en Cumberland. Su propietario, sir William Pennington-Ramsden, la Nature Conservancy y el Consejo del Condado de Cumberland nos autorizaron, generosamente, a acampar con tiendas y *roulottes* en el extremo sur de la línea de dunas, y a realizar cuantas observaciones y experimentos creyéramos oportunos. Por lo general llegábamos a comienzos de la primavera, remolcando valientemente una *roulotte* de tonelada y media desde Oxford hasta





El campamento de Ravenglass.





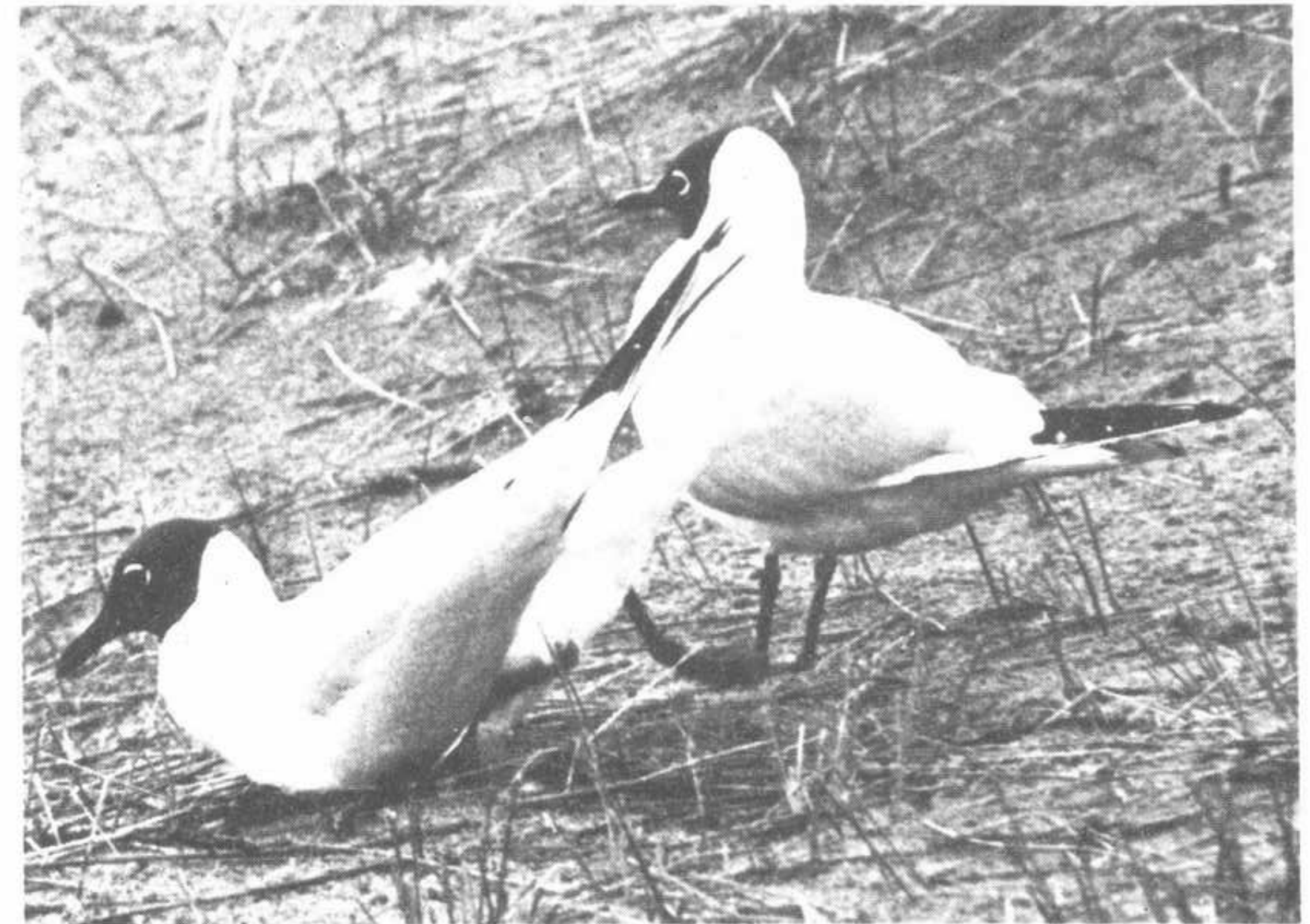
Ravenglass y, por la playa arenosa, desde Drigg hasta el extremo sur. En una ocasión, nos quedamos atascados con ella a varios metros por debajo del límite de las mareas vivas, cerca del lugar de acampada, de donde tuvo que sacarnos un *DUKW* del ejército; en lo sucesivo, un granjero de la región, el señor Jackson, nos ayudaría año tras año, con su tractor.

Acampar en Ravenglass era un auténtica delicia. Las dunas estaban terriblemente degradadas por efecto de los conejos y la erosión del viento, pero esas colinas de arena, barridas por el viento, son de una rara, áspera belleza. Desde que la mixomatosis, introducida por el hombre, asoló la región y eliminó todos los conejos, la vegetación, sobre todo en los valles bajos y húmedos, ha experimentado una extraordinaria recuperación y puesto de relieve lo que una zona como ésta podría ser en ausencia de ese herbívoro importado, que todo lo arrasa. En la lejanía se perfilan las montañas y colinas del distrito de los Lagos, y aun cuando están ocultas por los nubarrones, la franja costera que circunda Ravenglass presenta a menudo un cielo relativamente despejado.

## LA VIDA EN LA COLONIA

La organización social general de una colonia de reidoras es muy similar a la de las gaviotas argénteas. Las aves, claramente sociales, se apiñan en zonas bastante reducidas, aun habiendo lugares adecuados para anidar por toda la península. En la colonia existe un sistema de territorios, propiedad de parejas de gaviotas. Dichos territorios son menores que los usados por las argénteas. Por lo general, las aves son monógamas; algunas llegan emparejadas, otras lo hacen después de la arribada. Ambos consortes incuban y corren con el cuidado de los polluelos. Los miembros de una pareja se reconocen como individuos, lo mismo que a sus vecinos.

A comienzos de primavera, regresan paulatinamente de sus cuarteles de invierno y se congregan en los campos y playas no lejos del emplazamiento de la colonia. Se alimentan en los llanos fangosos del estuario o en los campos, siguiendo a los arados en pequeñas, alborotadas bandadas. Buena parte de las luchas y del cortejo se desarrollan incluso antes de que visiten por vez primera la colonia. El asentamiento en los terrenos de ésta va acompañado a menudo, pero no siempre, de síntomas de excitación, desasosiego e incluso temor. Este desasosiego era mucho más notorio en la colo-



Un macho de gaviota reidora excava una hondonada para el nido mientras la hembra lo observa.

nia del interior —las aves tenían que aterrizar en una superficie limitada entre altos árboles— que en las tierras llanas, despejadas, de la costa marina. En la zona boscosa, una nube de aves mostrará en días sucesivos su interés por el territorio de reproducción, volando en círculos sobre él y bajando más y más sin llegar de hecho a posarse. De vez en cuando dejaban repentinamente de gritar y de nuevo remontaban el vuelo, ganando altura hasta volver a situarse por encima de la copa de los árboles, y se alejaban luego todas juntas en dirección a los campos. En los días siguientes, se aventuraban poco a poco a menor altura, pero realizaban varias de esas “visitas volantes” antes del definitivo aterrizaje. Las aves de Ravenglass, en las ocasiones en que pudimos observar su llegada, no mostraban mucha excitación; unos años volaban en grandes bandadas hacia las dunas y simplemente aterrizaban, y en otros realizaban varias visitas volando antes de bajar.

En cuanto las aves llegaban al terreno de reproducción, se levantaba un gran griterío y se originaban muchos plantes. Al princi-

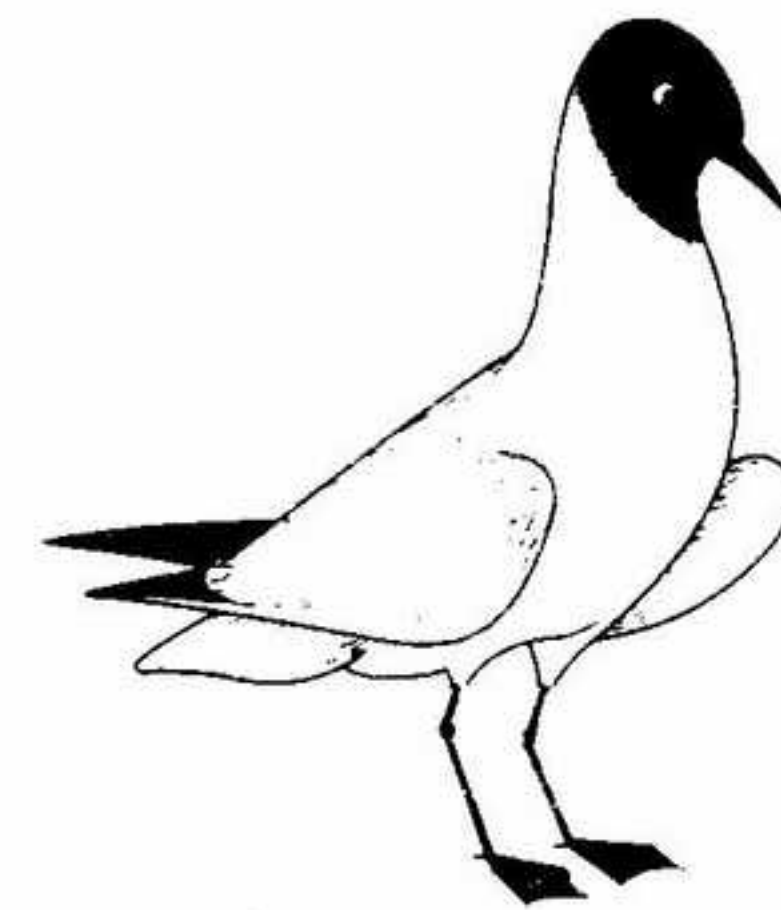


pio, no teníamos la más mínima idea de lo que significaba todo este tumulto; cuando seguimos de cerca a las aves, pronto vimos que todo lo que hacían era luchar unas con otras, meterse en los territorios de las demás, retirarse cuando el propietario daba voces, o plantarse y atacar al intruso cuando aquél penetraba en terreno ajeno. Al poco tiempo ya podíamos reconocer varias aves y ver que existía cierta regularidad en sus hábitos. Muchas volvían al mismo territorio día tras día, si bien la imagen de conjunto quedaba desdibujada por las aves que aparecían un día y nunca regresaban, las que desplazaban la ubicación de su territorio y las recién llegadas, que las había a diario. Con todo, se perfilaban claramente varias tendencias generales. Las aves que llegaban emparejadas, propendían a ocupar un territorio y a quedarse allí —es decir, a volver a él casi siempre que aterrizaban en la colonia. Cuando otras aves lo invadían, los propietarios, en particular los machos, respondían mediante ataques abiertos, o plantándose y gritando. Aunque los verdaderos ataques son raros, en ocasiones pudimos observar enfrentamientos prolongados. La lucha se desarrolla a base de enérgicos picotazos con el recio pico, por lo general desde arriba, o, cuando las dos aves luchaban a brazo partido, golpeando al rival con las alas plegadas. Éste es el método general de las gaviotas. Las reidoras difieren de las argénteas en que tienen más tendencia a volar hacia el adversario que a caminar hasta él.

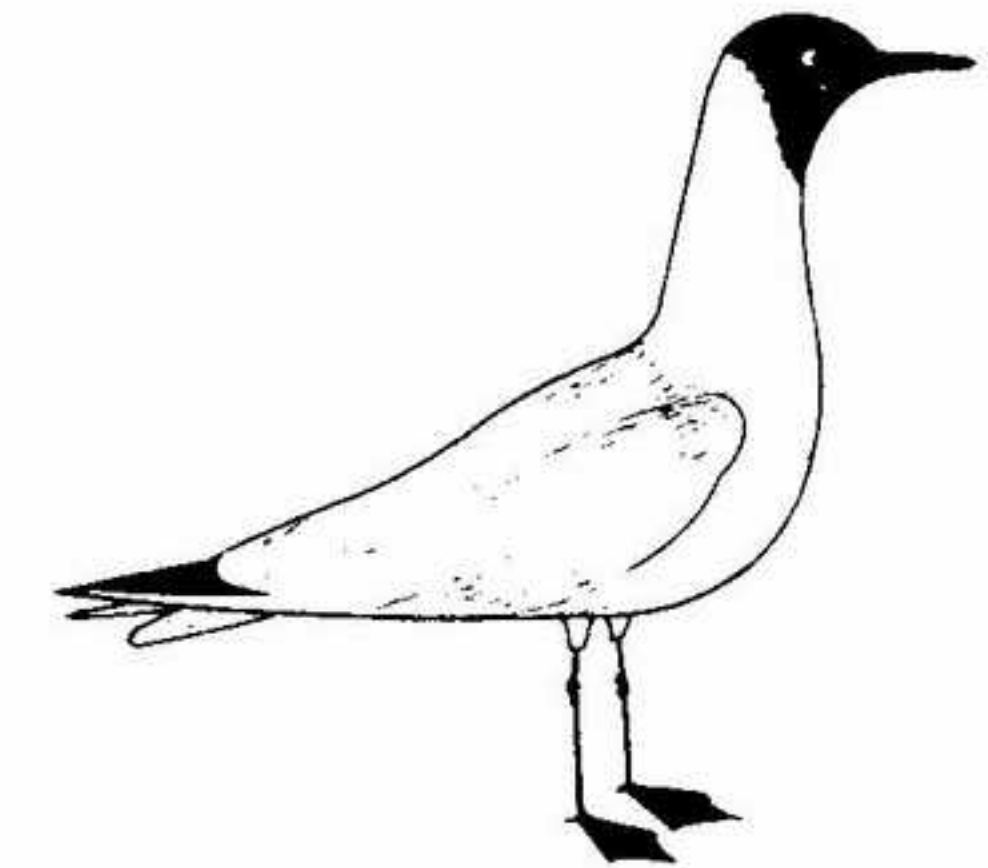
## EL “LENGUAJE” DE LAS GAVIOTAS

Las diversas paradas también son muy parecidas a las de la gaviota argénteo. Martin Moynihan, uno de mis primeros colaboradores en Oxford, realizó un detalladísimo estudio de esas posturas, comparándolas con los movimientos de ataque abierto y huida, y registró si alternaban con la lucha u otro comportamiento, y analizó las situaciones que originaban cada una de ellas. Descubrió que se pueden explicar de manera muy parecida a las posturas hostiles de otros animales. En pocas palabras, las pruebas indican que tales posturas son el resultado del simultáneo despertar de dos tendencias: la de atacar a la otra ave y la de huir. A causa de esta “doble motivación”, el ave se encuentra en un estado de conflicto interno entre esas dos disposiciones contrarias; de resultas de ello, puede que ni ataque, ni huya, y se limite a adoptar posturas y a gritar.

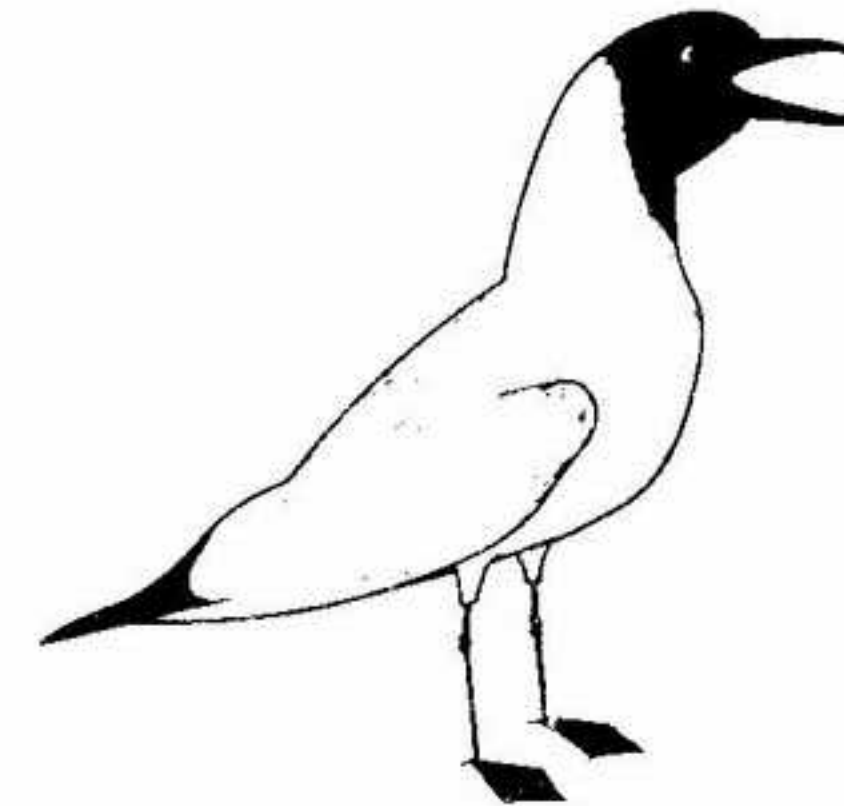
Parece que las diversas posturas actúan como señales; se diría



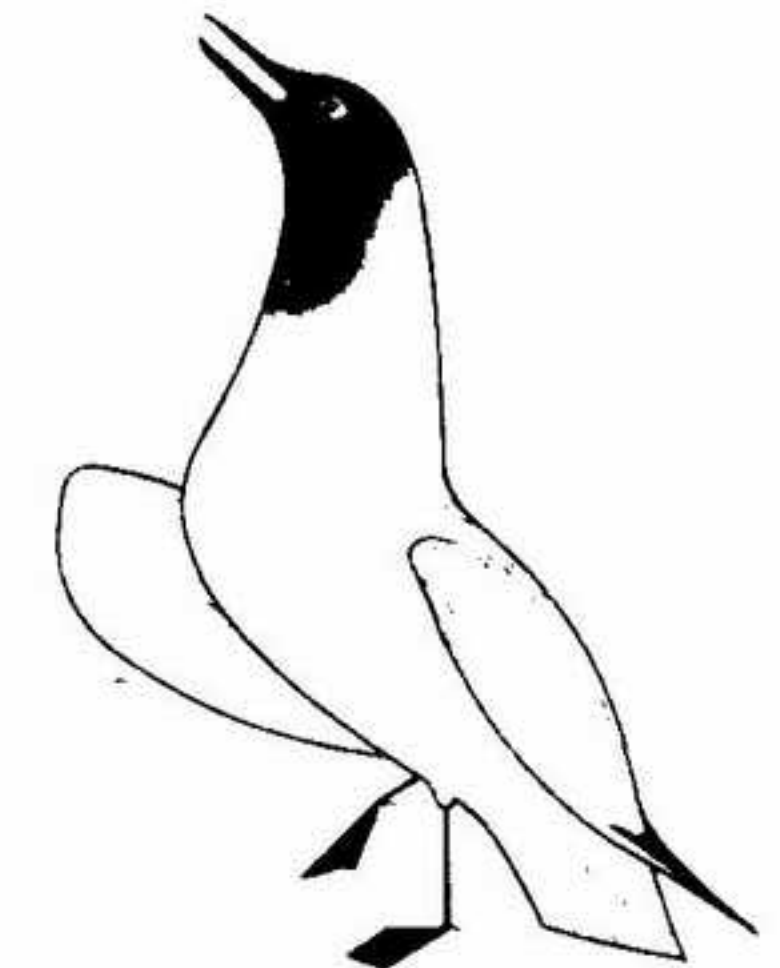
Erguida y amenazante



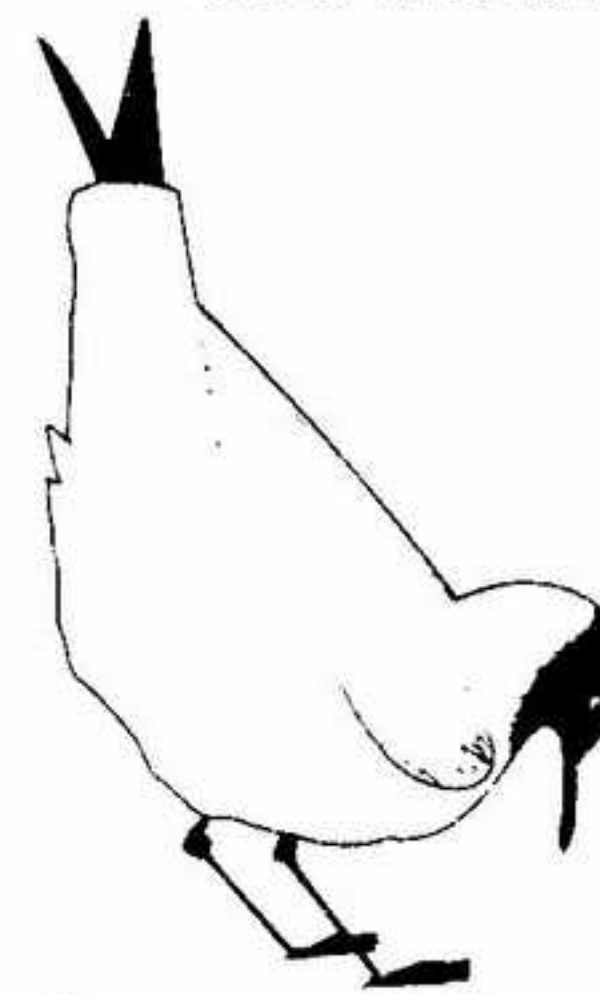
Erguida intimidada



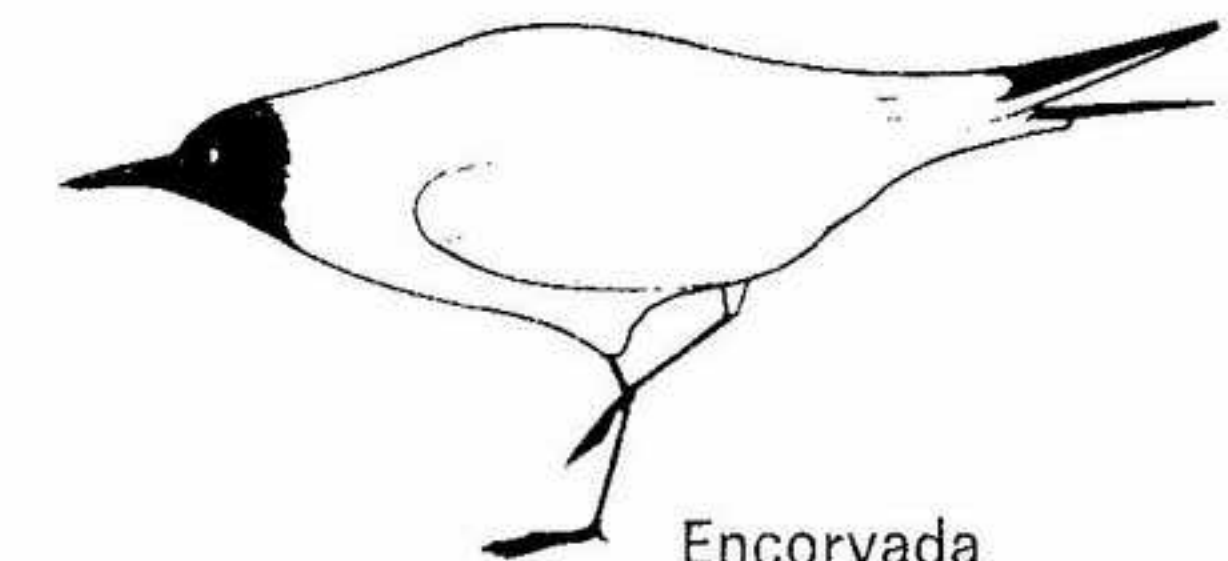
Grito amenazante



Grito intimidado



Atragantamiento



Encorvada

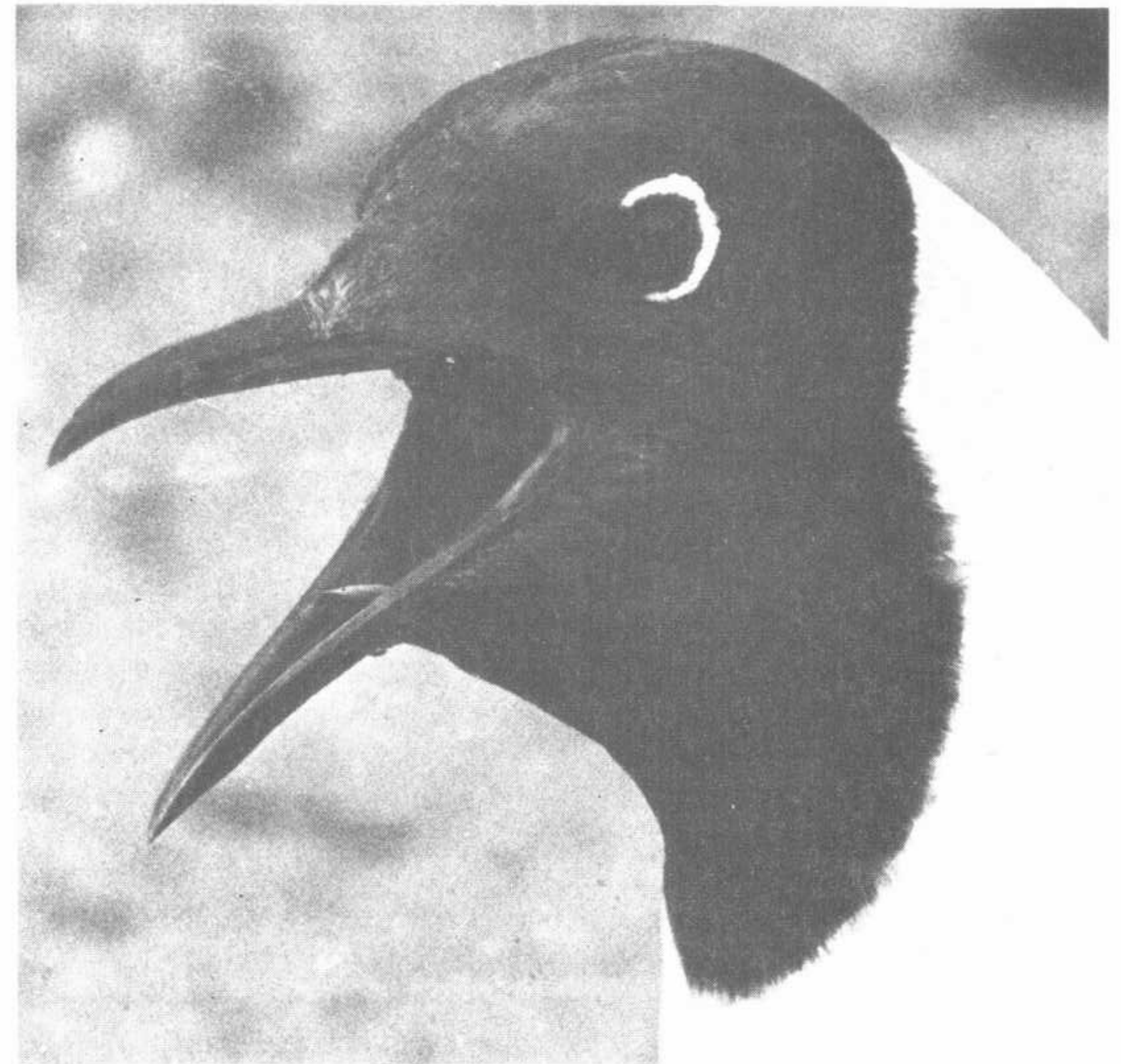
Algunas de las posturas adoptadas por gaviotas reidoras.



que transmiten alguna clase de mensaje a los otros miembros de la especie. Esto queda claro a tenor de las respuestas que suscitan. Por ejemplo, en cuanto un ave comienza a avanzar hacia otra en actitud erguida y amenazadora, la otra se retira cautelosamente. Tenemos asimismo innumerables observaciones que demuestran que los gritos de las aves actúan como señales, pues reaccionan a menudo ante individuos gritones que están fuera del alcance de la vista. Por ejemplo, en cuanto suena la voz de alarma —un seco, rítmico “crec-crec”—, todas las aves, incluso las que duermen en el nido y las que están ocultas en plena vegetación, se ponen ojo avizor. Hemos presenciado diversos incidentes (“experimentos naturales”) que demuestran que las aves emparejadas pueden identificar la voz del consorte como individuo. En cierta ocasión, por ejemplo, el macho y la hembra de una pareja se distanciaban una y otra vez hasta perderse de vista, mientras picoteaban al pie de un montículo de grava, siguiendo, cada cual por su lado, el contorno del agua. De vez en cuando, una u otra se cruzaba con terceras gaviotas y se ensarzaba en una disputa, en el transcurso de la cual solía emitir un grito largo. A pesar de que no estaban quietas un instante y que había otras muchas congéneres dejando también oír su voz, la hembra las ignoraba todas y siempre corría hacia su macho cuando él gritaba. No obstante, disponemos ahora de excelentes grabaciones en cinta que nos permitirían realizar experimentos más precisos sobre el significado de todas las voces, de momento no hemos emprendido una investigación sistemática del papel desempeñado por la vocalización en sí —realizamos la mayor parte del trabajo que voy a presentar, cuando los fondos aún eran modestos. Hemos tenido que dejar mucho por hacer, sobre todo cuestiones de detalle, a manos de otros o del futuro; incluso así, la historia, hasta donde la conocemos hoy, es hartamente fascinante; pero sólo voy a poder narrarla en líneas generales.

### COLORACIÓN FACIAL Y SUPERVIVENCIA

Una de las razones de que nos interesásemos por la gaviota reidora era su característica y extraña máscara facial, pardooscura. Aparece con la muda invernal y alcanza su óptimo a principios de primavera, para volverse en la práctica blanca durante el verano. Al haber descubierto, según veíamos en páginas anteriores, que muchos detalles de la coloración externa tienen un claro valor de su-



pervivencia, supusimos, como es lógico, que esa muda tan bien organizada, tan bien regulada, generadora de un arquetipo de color tan específico, no podía ser un simple accidente evolutivo. El hecho de que la caperuza parda sea más llamativa justo antes de comenzar la época de reproducción, y de que las reidoras empleen la postura “echada hacia delante” —con la que los vecinos se encaran a menudo— mucho más que las argénteas, nos hizo sospechar que la cara parda podía muy bien ser una señal, en particular, que podía intimidar al contrario.

Si bien habría sido difícil hacer experimentos sobre el efecto de las posturas y los movimientos —por cuanto ello entrañaba hacer maniqués que pudieran mimetizar dichas posturas hasta tal punto que los pájaros vivos reaccionaran ante ellos—, era muy plausible





Bob Mash preparando maniquíes de cabeza de gaviota.

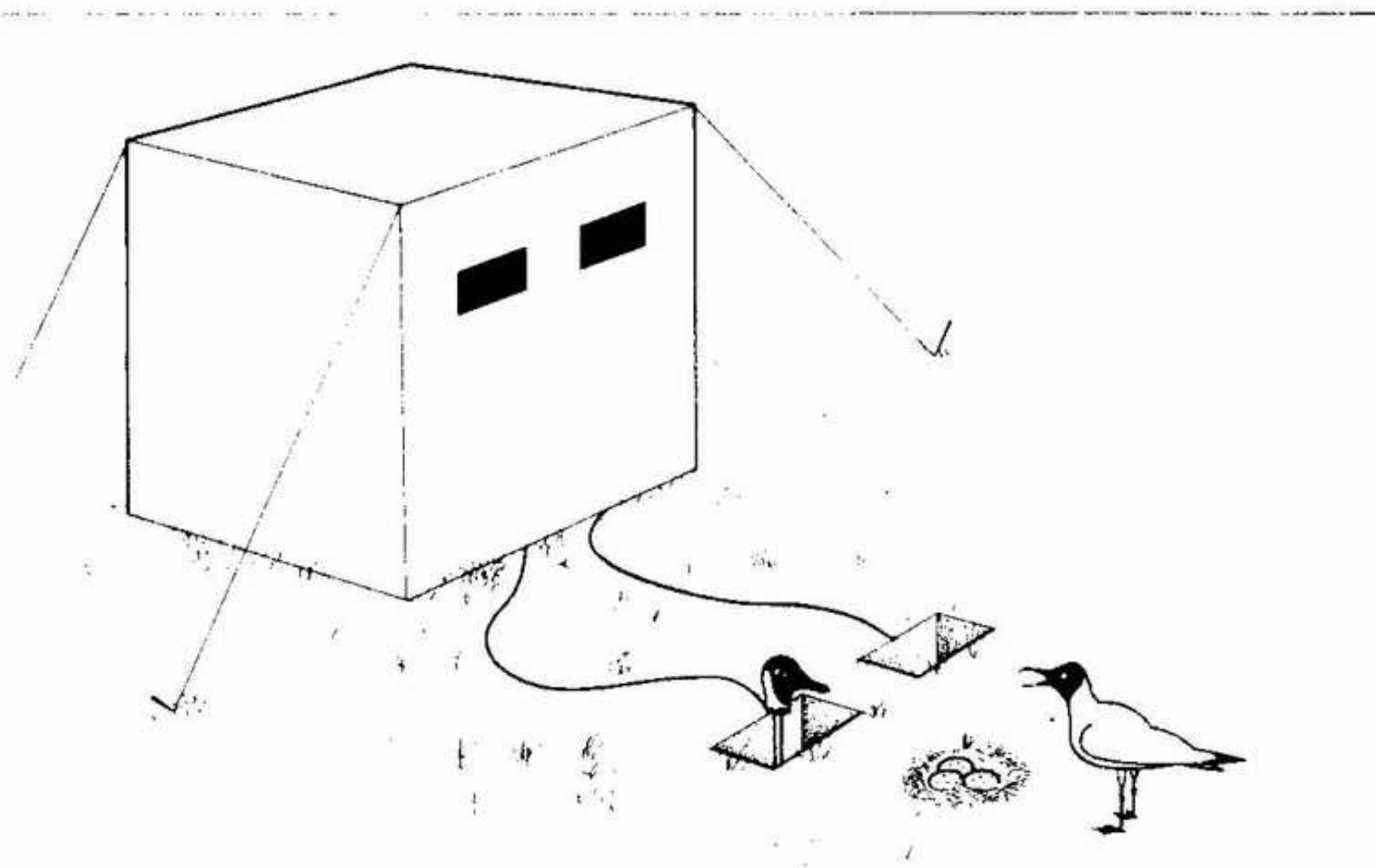
poner a prueba el efecto del color; esto fue lo que Bob Mash se propuso abordar. Por un antiguo trabajo de Julian Huxley y James Fisher, sabíamos que las gaviotas reidoras reaccionan instintivamente a aves disecadas colocadas junto al nido, e incluso a cabezas aisladas con sólo un trozo de cuello. Para no tener que matar aves, habíamos ofrecido, en ocasiones anteriores, cabezas de plástico muy cuidadas, que sólo habían servido para que las gaviotas huyeran aterrorizadas. Bob Mash pensó que los maniquíes debían tener una textura “plumosa”; lo comprobó cubriendo cráneos de aves muertas con una capa de algodón, que en unos casos dejaba blanco y en otros teñía de pardooscuro. Para satisfacción suya, las gaviotas reaccionaban con naturalidad a estas burdas imitaciones. Ahora bien, ¿cómo podía comprobar que un maniquí de cabeza parda era, según esperábamos, más eficaz que uno de cabeza blanca para mantener a raya a los intrusos fuera del territorio? Lo ideal hubiera

sido colocar dichos maniquíes en zonas desocupadas de la colonia y observar su efecto en presuntos intrusos. La dificultad radicaba en que la colonia no disponía de tales “vacantes” —las gaviotas tenían parcelada, con gran esmero, toda la región habitable. De modo que Mash tuvo que buscar una forma indirecta de ensayar su hipótesis. Recordando que Huxley y Fisher habían observado que las gaviotas en posesión de un territorio atacaban o se plantaban ante maniquíes colocados en su interior, decidió hacer lo mismo, y ver si los maniquíes de cabeza parda recibían distinto trato que los de cabeza blanca. Para producir una mínima perturbación, Mash ideó un dispositivo del tipo de una “caja de sorpresas”. Cada cabeza iba en una caja de madera, de la que, por control remoto, podía hacerla aparecer o desaparecer a voluntad, mientras él permanecía oculto en una paranza. En cada serie de ensayos enterraba dos cajas, una al lado de otra, no lejos de un nido, conectadas con sus respectivos interruptores en la paranza. Una contenía una cabeza parda, la otra una blanca. Con Mash oculto en la paranza, cuando las gaviotas se posaban, les mostraba uno cualquiera de los maniquíes durante un intervalo de tiempo fijo, les concedía luego un reposo y acto seguido les presentaba la otra cabeza. El invento daba resultado: las gaviotas reaccionaban siempre a la cabeza ofrecida. Al cabo de unas cuantas repeticiones, poco a poco las iban ignorando —la respuesta “decaía”. Por tanto, para obtener un buen conjunto de datos, Mash tuvo que hacer series sucesivas de ensayos con distintas gaviotas, y trasladar paranza y maniquíes de nido en nido.

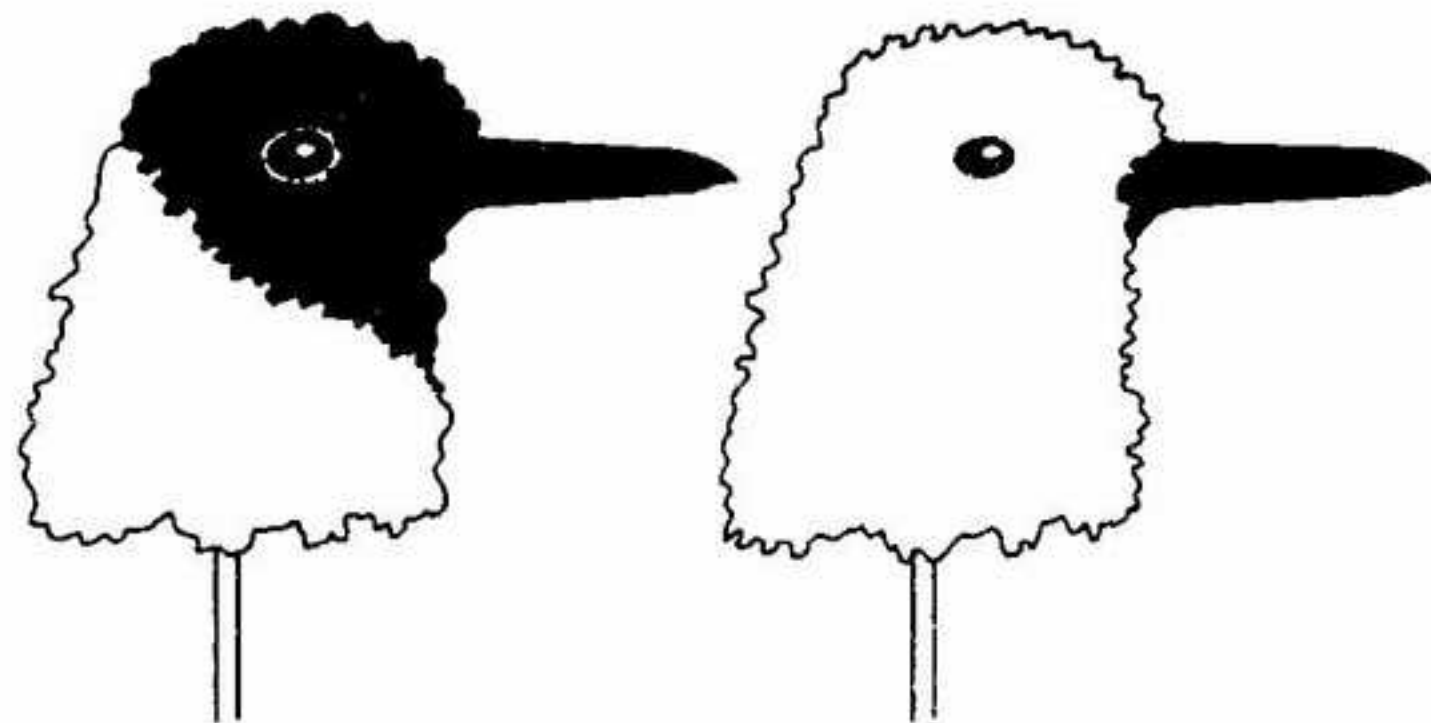
Los resultados fueron bastante coherentes y muy impresionantes. Atacaban a ambos maniquíes, pero —y he ahí lo asombroso— los blancos recibían muchos más picotazos que los pardos —en realidad, los blancos quedaban a menudo hechos añicos en minutos y Mash tenía que repararlos una y otra vez.

¿Cómo se debían interpretar estos resultados? Cabían dos posibilidades: las aves veían en las cabezas blancas mayor motivo de provocación que en las pardas, o —igualmente verosímil— se consideraban provocadas por un amplio abanico de intrusos (incluidas las indeseables gaviotas argénteas y los individuos inmaduros, de cabeza blanca, de su propia especie); pero en realidad picoteaban menos a los maniquíes de cabeza parda porque, al parecerse más a los competidores directos, les tenían más miedo. A este respecto, nuestro conocimiento del significado de las diferentes posturas fue decisivo. Si los maniquíes de cabeza parda fueran simplemente menos estimulantes que los de cabeza blanca, las aves no sólo no los





Montaje de los experimentos para determinar qué resultaba más provocador para una gaviota nidificante, si un maniquí de cara blanca o uno de cara negra. Los maniquíes (abajo) eran de algodón, modelado y pintado para darle la apariencia de cabeza de gaviota.

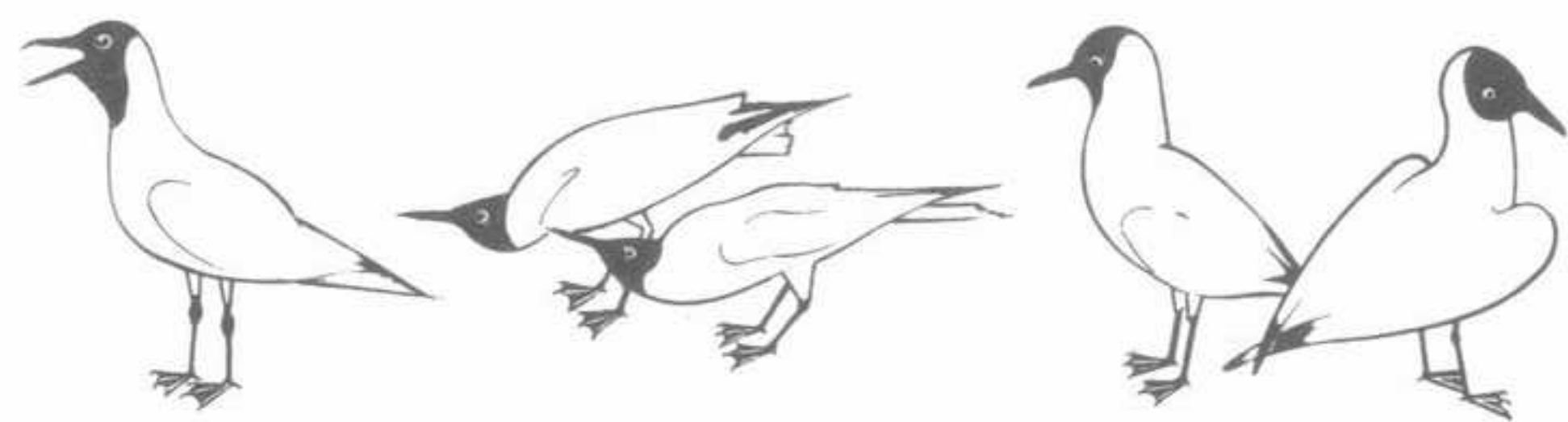


atacarían, sino que, además, manifestarían menos síntomas de alarma ante ellos. Al contrario, si eran menos atacados por ser más amenazadores, debían desencadenar muchos más gritos de alarma que los de cabeza blanca. Previendo esto, Mash observó y anotó detalladamente, para cada ensayo, todos los signos de alarma. El más seguro a que atenerse era, claro está, los gritos "crec-crec", pues ya sabíamos que los dejaban oír, sin excepción, sólo cuando huían de algún objeto o animal. Y en efecto, resultó que las aves emitían este grito con mucha más frecuencia como respuesta a los

maniquíes de cabeza parda que a los de cabeza blanca. Así, por una vía indirecta, Mash demostró que la máscara parda refuerza el carácter de intimidación de las posturas de amenaza habituales. Esto contó con una confirmación adicional al medir magnitudes tales como la distancia que las aves mantenían entre sí y los maniquíes, y el tiempo que tardaban en posarse después de la súbita aparición que las había "levantado" del nido (mayores en el caso de los maniquíes de cabeza parda). De modo que todo confirmaba nuestra idea de que la capucha tenía un efecto amedrentador y contribuía, quizá junto con los gritos y las posturas, a alejar a los intrusos.

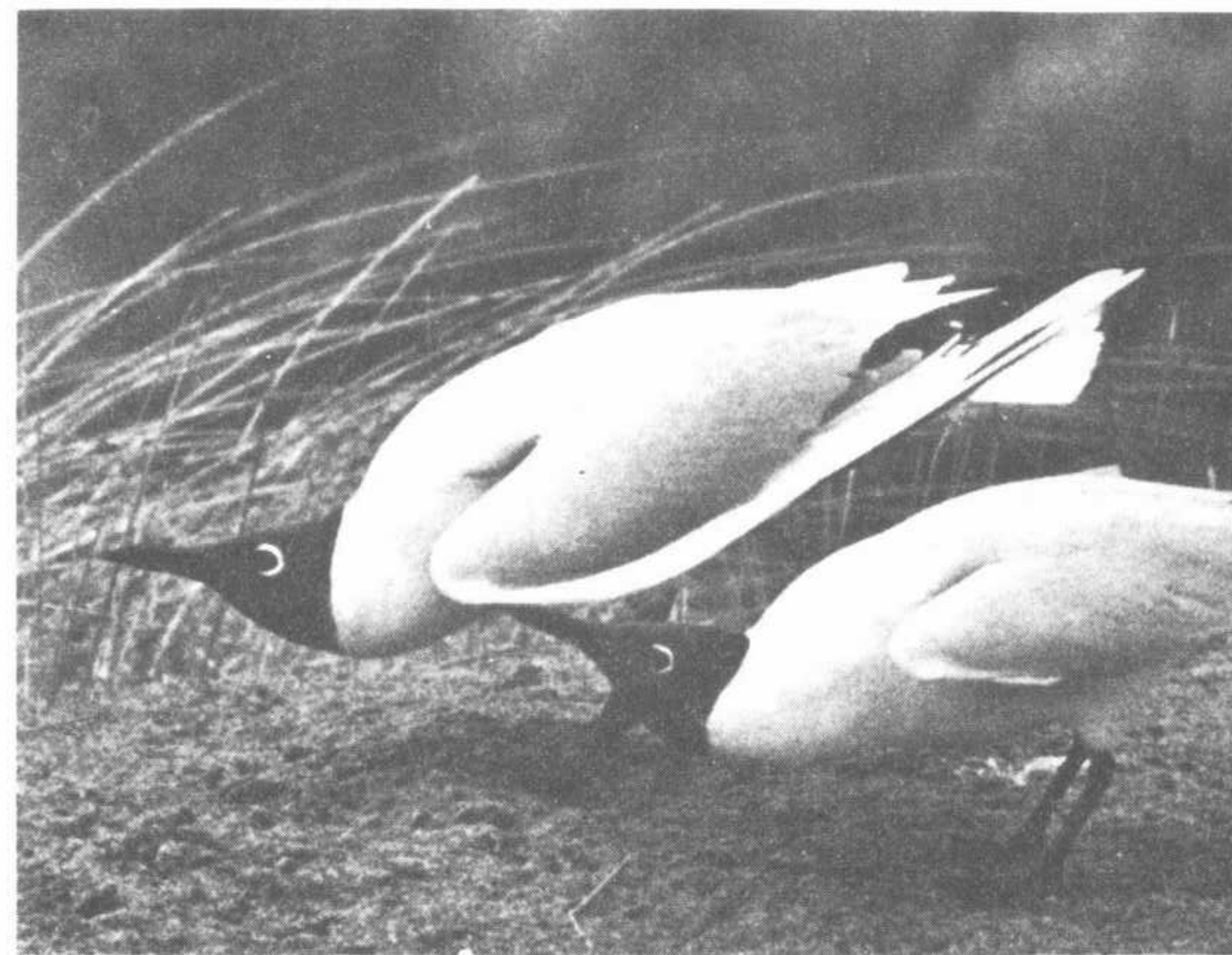
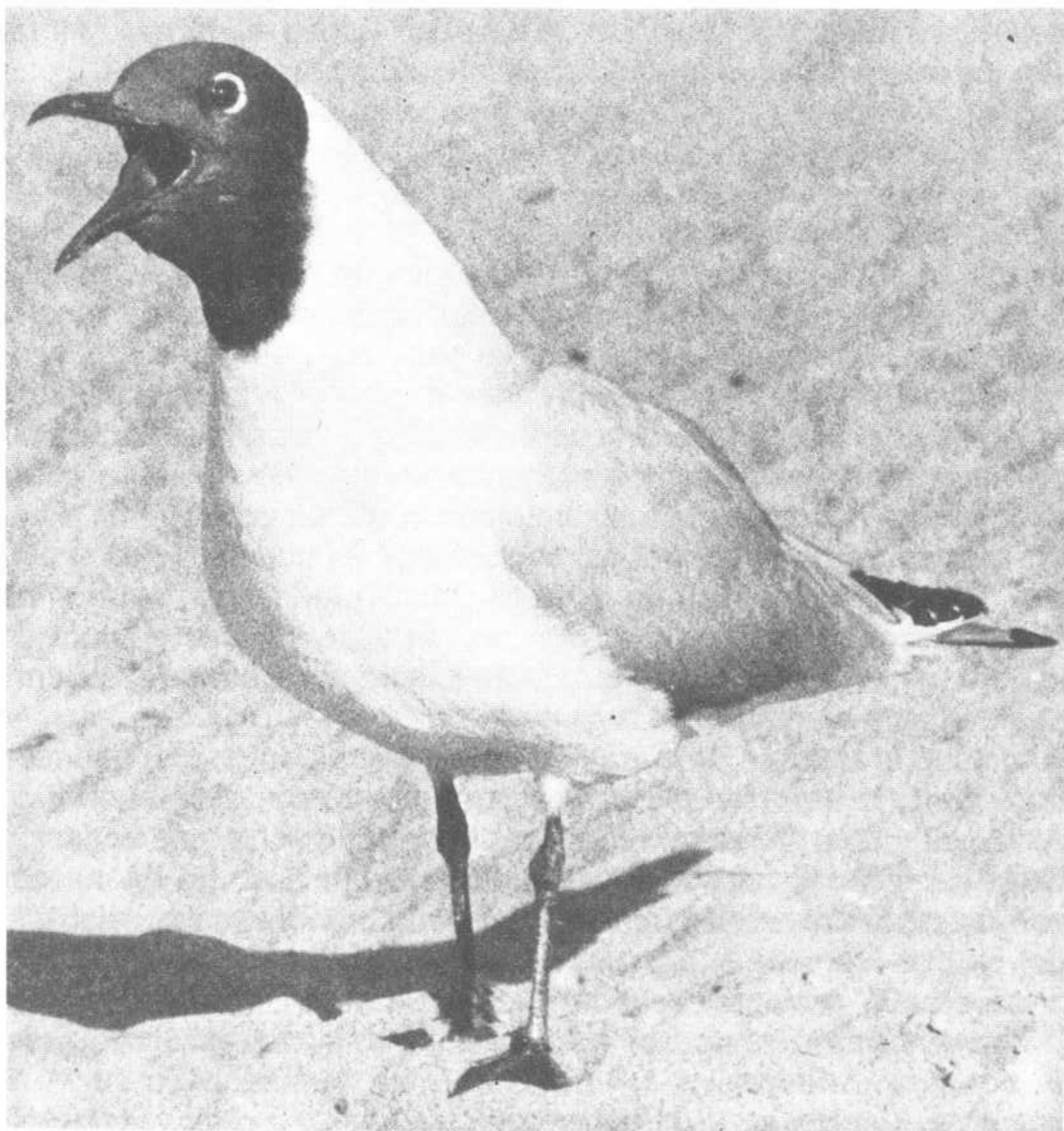
A continuación, Mash pasó a estudiar lo que hacen las aves normalmente cuando forman parejas. Su predecesor Martin Moynihan ya había descrito cómo las hembras no emparejadas, lejos de dejarse intimidar por la actitud de los propietarios del territorio (que son los machos), sentían una irresistible atracción hacia ellos. Volaban a baja altura sobre la colonia y aterrizaban ahora aquí, ahora allá, siempre cerca de un macho gritón. Acto seguido asistíamos a una parada algo sorprendente, incomprensible a primera vista: el macho adoptaba la postura "echada hacia delante" —actitud que en los enfrentamientos macho-macho denota hostilidad—, mezcla de agresión y miedo. La hembra manifestaba síntomas de recelo: mantenía las distancias, se alisaba las plumas y permanecía en actitud muy alerta, dispuesta a emprender el vuelo al menor movimiento del macho. Pero lo más frecuente era que volviera, y entonces las dos aves mostraban idéntico comportamiento. Moynihan ya había dado la que parece ser la interpretación correcta; cuando una hembra aterriza, ambos pájaros se encuentran en una situación ambigua. Para el macho, una hembra es, por un lado, una compañera sexual deseable, si bien por otro, no deja de ser una gaviota de cabeza negra que invade su territorio. Y la hembra, aunque se siente atraída hacia el macho, todavía anda recelosa —con razón, pues el tal macho le asestará de entrada un picotazo. Es obvio que padecen un "conflicto emocional"; su comportamiento sexual va mezclado con hostilidad —predomina la agresión en el macho, y la evitación en la hembra. Al seguir los sucesivos encuentros entre los futuros consortes, observamos que las visitas de la hembra se iban alargando, que se acercaba más y más al macho, y que también empezaba a adoptar la postura "echada hacia delante". Sin embargo, ese "echarse hacia delante del emparejamiento" era algo distinto del que muestran los machos hostiles ante un individuo de su sexo: macho y hembra se disponían paralelamente y ambos sacaban el





Tres importantes posturas durante la formación de la pareja. El macho grita al pasar por delante de una hembra; cuando aquélla aterriza, ambos adoptan una postura "echada hacia delante" en paralelo, antes de darse bruscamente la espalda;

Macho gritando.

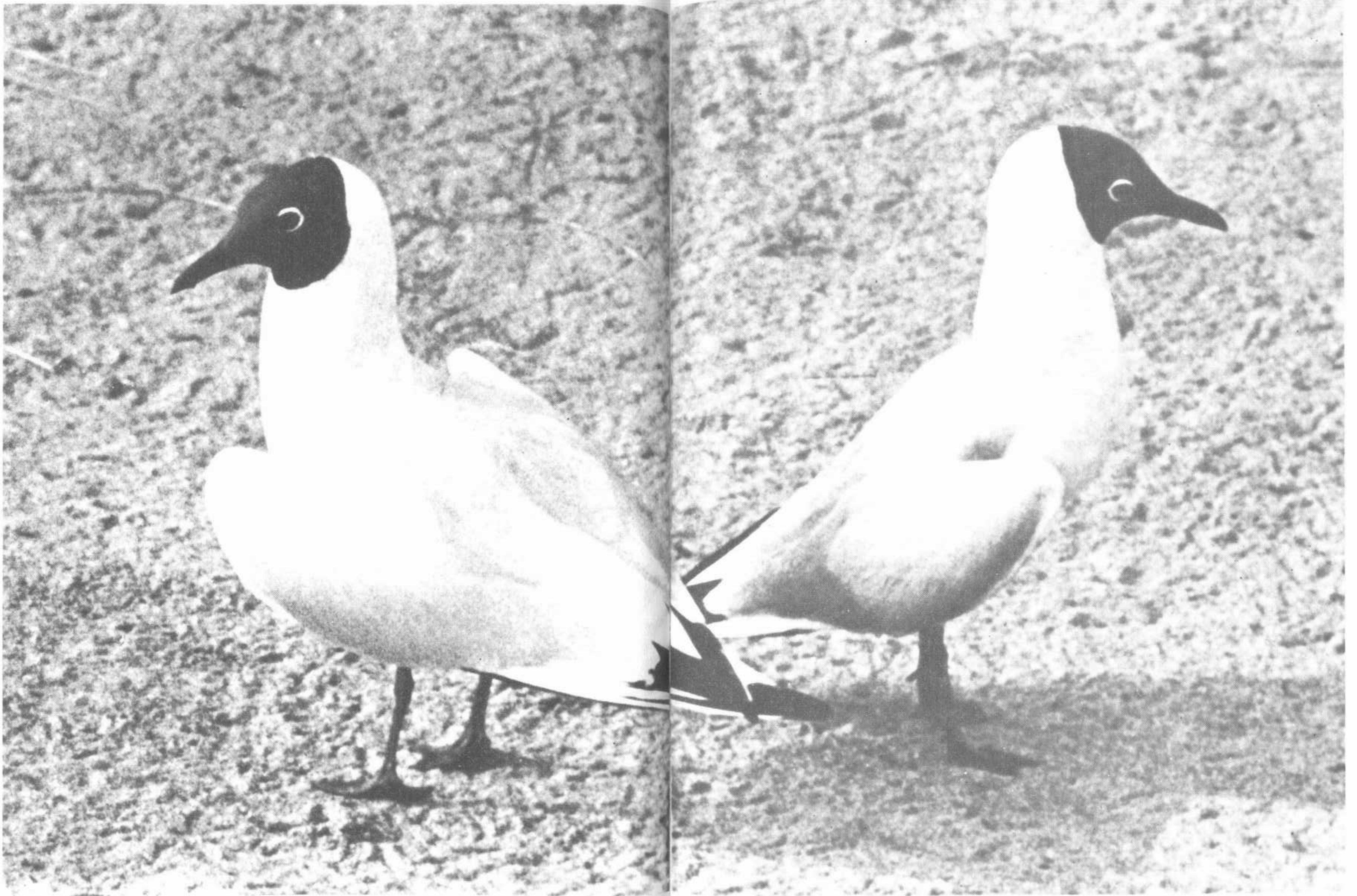


Postura "echada hacia delante" en paralelo.

pico bastante más hacia arriba. Eran variantes del "echarse hacia delante" observadas en machos que, no obstante protestar por una intrusión, era improbable que lanzaran un ataque doméstico —sus posturas eran formas de "echarse hacia delante" más "defensivas" que agresivas.

La parada más interesante venía después del "echarse hacia delante en paralelo". Tras permanecer ala con ala un segundo más o menos, ambos se incorporaban de repente y con igual brusquedad, se volvían la cara y permanecían "congelados" un par de segundos en esta actitud de caras giradas —una parada muy sorprendente, en efecto (v. pág. 174). Al cabo de un rato, macho o hembra, o los dos, remontaban el vuelo, y por lo común regresaban al mismo territorio para repetir el ritual. Las aves recorrían esta curiosa secuencia una y otra vez. Este movimiento de caras giradas se presenta en todas las gaviotas (y en muchas otras aves); es, a menudo, la primera manifestación del comportamiento de fuga; se da generalmente mediante giro del cuerpo entero, al alejarse, ya andando,





Dándose la espalda.



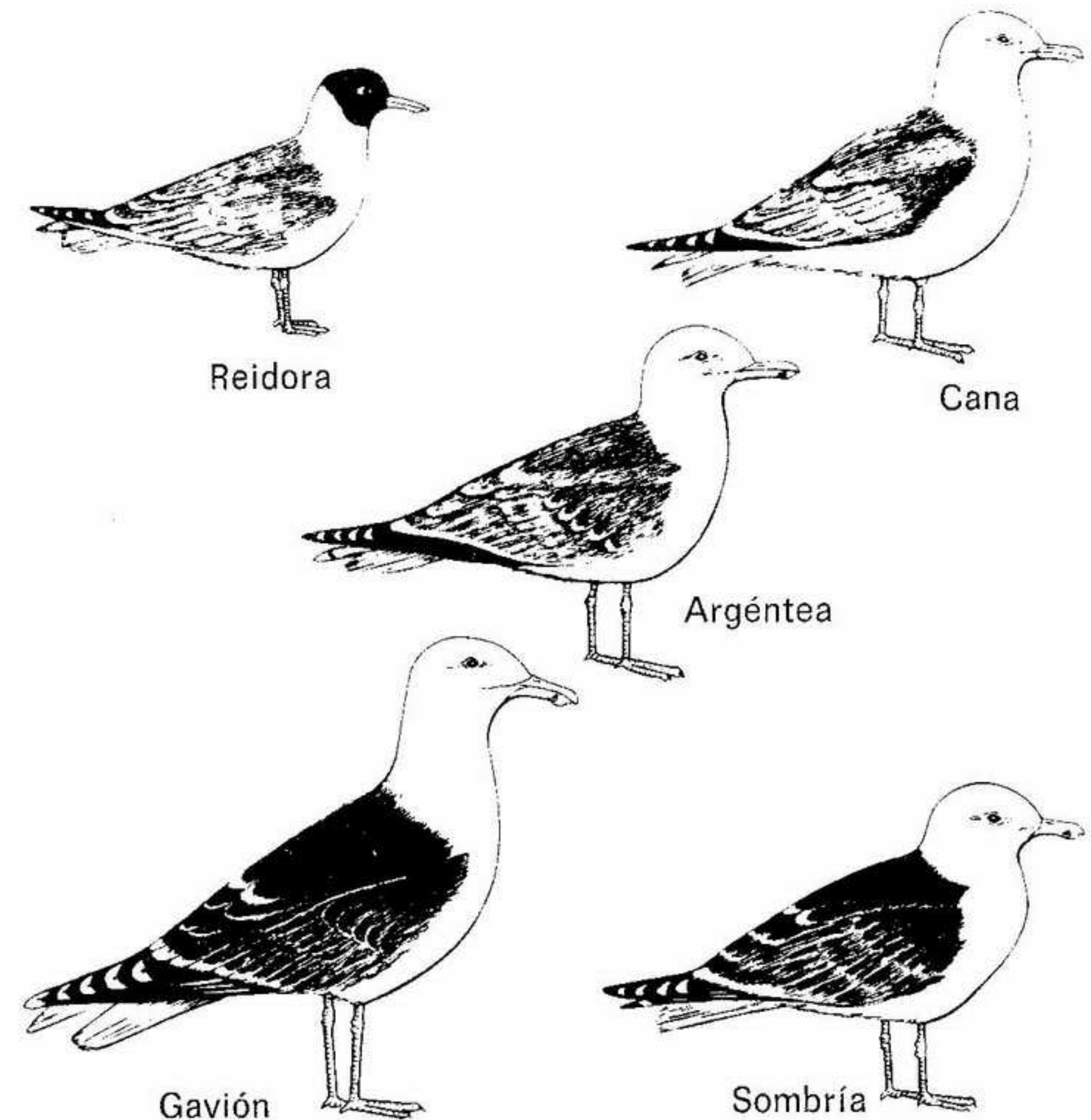
ya volando. En la gaviota reidora, es mucho más notorio y frecuente que en la mayoría de las aves; Moynihan y yo habíamos llegado a la conclusión de que esta postura hacía lo contrario de la exhibición de la amedrentadora cabeza parda, y que tal efecto podía muy bien ser de “apaciguamiento”, de “promesa tranquilizadora” más que de intimidación.

Mash se preguntaba ahora: ¿Cabía demostrar esto con la ayuda de maniqués? Para ello iba a idear un montaje más complicado. Aparte hacer que sus maniqués aparecieran y desaparecieran a voluntad, consiguió además, y de nuevo mediante control remoto, que giraran sobre su eje, para así orientarlos según conviniera: primero de cara a la gaviota objeto del experimento y luego dándole la espalda. Este trabajo progresó aún más despacio que la serie previa de ensayos, pues la arena, el viento y la lluvia averiaban constantemente el aparato, bastante delicado. No obstante, los resultados justificaron las prolongadas sesiones de paranza. Fueran modelos de cabeza blanca o de cabeza negra; los “terraténientes” lanzaban menos ataques, pero también manifestaban menos síntomas de temor, frente a maniqués en posición de dar la espalda que en posición de dar la cara. Y, como era de esperar, esta diferencia era muy notable en los maniqués de cabeza parda. Así pues, teníamos que concluir que la actitud de volver la cara en la hembra reducía en el macho territorial la predisposición al ataque (lo “apaciguaba”) y a emprender el vuelo (lo “tranquilizaba”). A la inversa, esa misma actitud por parte del macho quizá influyera de forma análoga en la hembra, de modo que, en definitiva, podía ayudar a eliminar, en ambos, la hostilidad que de otro modo hubiera sido un obstáculo a la formación de la pareja.

## LAS GAVIOTAS Y LOS AVIONES CAZASUBMARINOS

Ahora podíamos comprender qué ventaja reportaba tener la cara parda en la época de reproducción; podíamos interpretar el gesto de girar la cabeza como un “correctivo” esencial por el hecho de presentar una máscara amedrentadora. Pero como ocurre tan a menudo, nos enfrentábamos con un nuevo rompecabezas. Si una máscara oscura tiene un valor tan decisivo, ¿por qué no la desarrollaron todas las gaviotas? ¿Por qué tantas gaviotas tienen la cara blanca?

Cuando empezamos a investigar esta cuestión, nos resultó en



Las cinco especies de gaviotas corrientes en las Islas Británicas.

seguida evidente que el interrogante debía ser un tanto matizado. No sólo la cabeza y la región ventral son blancas en muchas gaviotas, también lo es el margen frontal de las alas —lo cual es verdad incluso en las especies que tienen una capa muy oscura. ¿Por qué es así?

El problema lo abordó otro de mis graduados, Graham Phillips. Tenía la guía a qué atenerse, pues en 1944, K. W. Craik había publicado una breve nota en *Nature*, en la cual describía cómo en la segunda Guerra Mundial, los porcentajes de éxito de los aviones cazasubmarinos aumentaron súbitamente al ser pintados de blanco. A pesar de que tales aviones se aproximaban a los submarinos en diversas condiciones meteorológicas, en todas las direcciones y a





cualquier hora del día, el resultado global de pintarlos de blanco hacía —no cabe duda— más difícil el que fueran detectados a tiempo por los submarinos. Argumentando por analogía, sugería Craik entonces que el color blanco de las aves marinas bien pudiera ser que les permitiera acercarse con más frecuencia a su posible víctima (un pez, por ejemplo) sin ser vistas. Esto tendría sentido si, para alimentarse, las gaviotas que son blancas por delante confiaran más en la pesca por zambullimiento que las gaviotas reidoras.

Phillips decidió afrontar el problema por tres vías. Primera, recopilar toda la información posible sobre los hábitos alimentarios de los distintos tipos de gaviota y otras aves marinas como las golondrinas de mar y los paños, y ver si las que son blancas por debajo y por delante pescan realmente por zambullimiento más a menudo que otras especies. Segunda, comprobar si los peces huyen con mayor prontitud ante modelos de aves negras cuando vuelan en el aire por encima de ellos. Tercero, tomar una de las manifiestas excepciones a la presunta regla y comprobar que tal especie no tiene métodos de alimentación distintos de los que se le suponen. Para ello eligió un ejemplo inmediato: gaviotas argénteas inmaduras, que, como los jóvenes de sus parientes, son de un color pardoscuro, jaspeado durante el primer año de vida y parte del segundo. ¿Serían sus hábitos alimentarios distintos de los del adulto?

En cuanto a información sobre los hábitos alimentarios de tantas aves marinas como fuera posible, Phillips, claro está, tuvo que arreglarse, en buena medida, con lo que pudo encontrar en la literatura sobre este tema. Ahí tropezó con una dificultad: aunque se habían publicado varias notas sobre el contenido gástrico de aves muertas, pocos observadores habían descrito con exactitud cómo éstas obtenían el alimento. Incluso así, los hechos conocidos permitieron a Phillips afirmar que existe una correlación general entre la proporción de pescado capturado por las diversas aves zambullidoras y su coloración: los zambullidores más empedernidos tienden a ser blancos por delante y por debajo. Hay algunas excepciones. Varias especies de gaviotas y diversos paños de la región occidental de Sudamérica tienen una coloración oscura, lo cual, de momento, no ha sido explicado. No obstante, quedaba bastante claro por qué las gaviotas reidoras y sus parientes podían permitirse desarrollar una cara oscura: comen muchos más gusanos, larvas de insectos y crustáceos marinos que las verdaderas zambullidoras, y esas víctimas tienen una visión más deficiente y son menos móviles que los peces. Además, durante el invierno, cuando las gaviotas “enmasca-





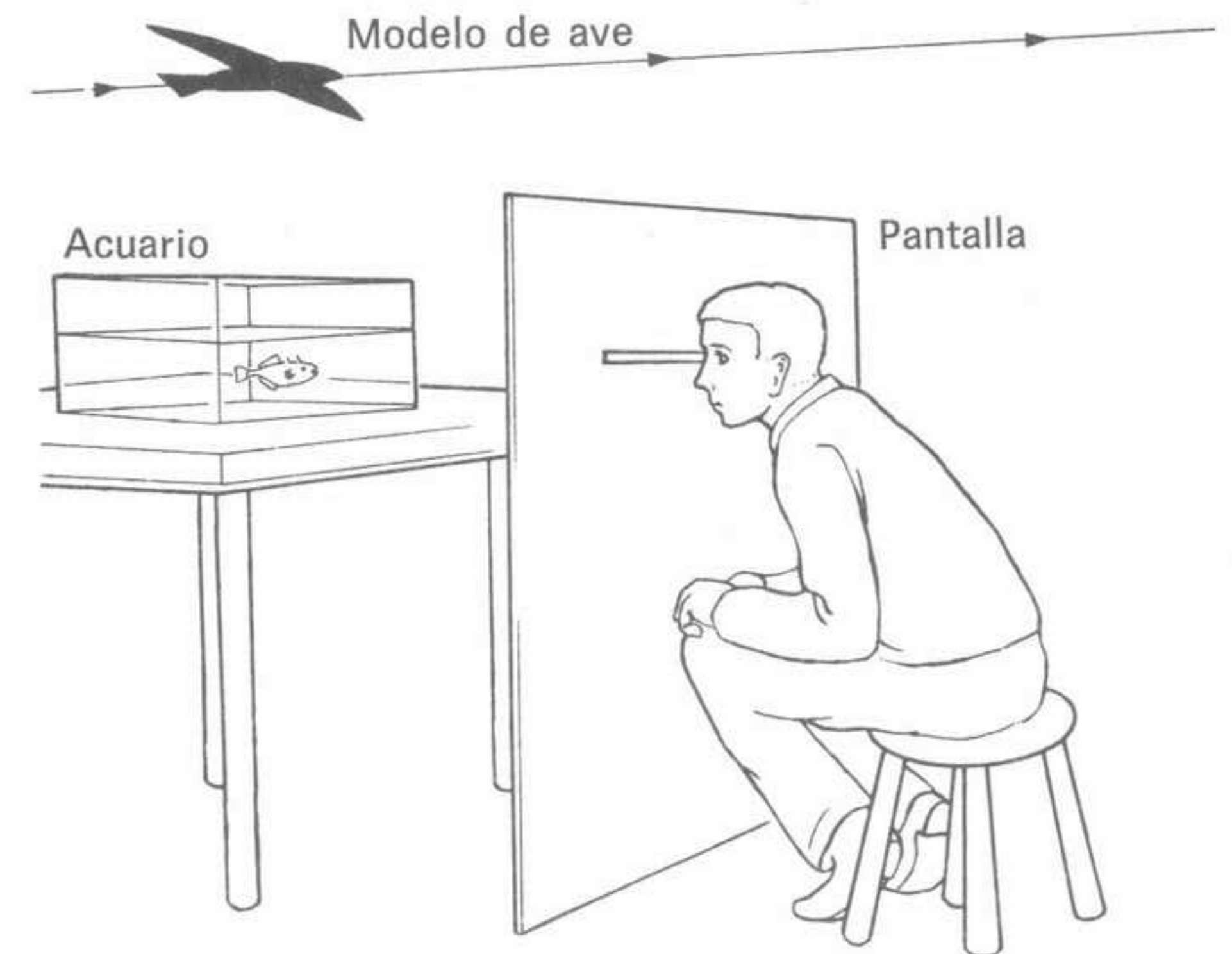
Gaviotas sombrías recién pelechadas, en el litoral; su plumaje es muy similar al de las gaviotas argénteas jóvenes.

radas” pasan a tener la cabeza blanca, parece ser que también cambian, hasta cierto punto, de hábitos alimentarios, y se mueven más por los valles fluviales y el litoral marino. Por supuesto, todas esas gaviotas tienen diversos regímenes alimenticios, incluso las gaviotas argénteas comen mucho en tierra (hoy día, a menudo en basureiros); sin embargo, es la proporción de alimento obtenido por zambullimiento lo que parece ser importante.

Los experimentos con modelos “en vuelo” se realizaron en el tejado de nuestro laboratorio. Como pez de prueba, Phillips empleó espinosos. Totalmente de acuerdo en que no son una de las víctimas más frecuentes de las gaviotas, pero las golondrinas de mar (muchas de las cuales tienen una coloración similar) los capturan.

Durante los experimentos, Phillips permanecía sentado, oculto detrás de una pantalla situada delante de un acuario con sólo un espinoso. Mediante control remoto, se podía hacer que los modelos cruzaran el cielo por un cable tendido encima del acuario; dispuestas así las cosas, se podía registrar y cronometrar la respuesta del pez. Phillips hizo numerosos ensayos en todo tipo de condiciones meteorológicas, y comparó modelos sólo cuando la situación experimental era la misma, por ejemplo, “modelo apareciendo contra el sol”, “modelo de cara al sol”, “cielo azul”, “cielo con nubes oscuras”, o “blancas (cirros)”. Los resultados obtenidos al cabo de innumerables y sufridas sesiones, fueron los de esperar: si bien el efecto era más notorio en unas condiciones que en otras —no es de extrañar—, en conjunto, los modelos blancos desencadenaban la huida un poco más tarde que los modelos negros.

No nos preocupó el que la diferencia en la respuesta a unos u



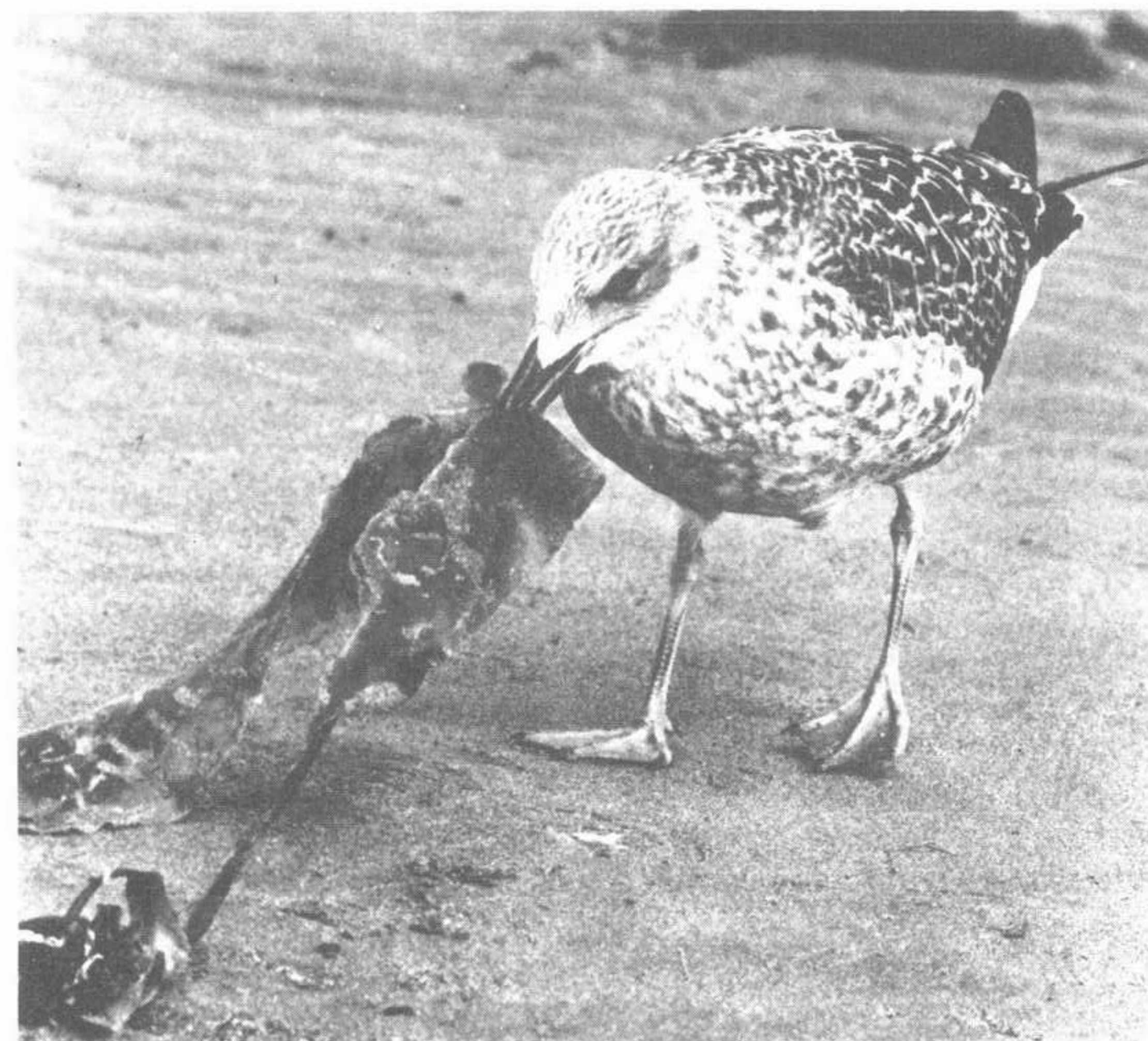
Se hace pasar un modelo de ave por encima de un pez en un acuario y se mide el tiempo que tarda en producirse la “reacción de huida” del pez. De este modo, Graham Phillips descubrió que el pez puede descubrir aves de colores oscuros mucho más pronto que si son blancas.



otros modelos fuera pequeña. En un lapso de tiempo breve, un pez puede desplazarse a considerable distancia; y claro, muchas veces basta con un leve movimiento para frustrar a una zambullidora —en cualquier caso, capturar un pez con esta técnica es muy difícil; en la naturaleza, muchas gaviotas y golondrinas de mar se zambullen sin ningún resultado positivo.

A fin de comprobar si las gaviotas argénteas inmaduras se alimentaban realmente de manera distinta de cómo lo hacían los adultos, Phillips efectuó, en diferentes épocas del año, varias travesías de ida y vuelta en el transbordador que une a diario las islas británicas con el continente, y contó la proporción de argénteas “blancas” y “oscuras” junto a la costa y mar adentro. El resultado fue aún más espectacular de lo que habíamos esperado: el grueso de los inmaduros “se aferraba a la costa”, y se alimentaba sobre todo por las líneas de marea, en los puertos y poblaciones, mientras que a los adultos se les podía ver en cualquier punto del mar. Al abandonar el puerto, acompañaban el barco por un rato bandadas mixtas de adultos e inmaduros; ya a dos kilómetros de la costa, los jóvenes retrocedían, mientras los adultos continuaban y hacían a menudo la travesía completa desde Dover a Calais. Además, las bandadas de gaviotas argénteas vistas en vuelo sobre el mar, que no prestaban atención a los barcos y, es de suponer, se alimentaban independientemente, también estaban formadas, de manera casi absoluta, por aves adultas. Ahora tenemos varios indicios adicionales de que las gaviotas argénteas jóvenes tienen que aprender muchas cosas una vez pelechan; que es probable que hayan de “endurecerse”; y que, si superan el primer invierno, quizá tengan que seguir mejorando su aptitud mucho antes de llegar a adultas. Esto, dicho sea de paso, merece más estudio, porque bien pudiera conducirnos a una explicación del hecho curioso de que tantas aves marinas no se reproduzcan hasta los tres, cuatro o incluso cinco años de edad. Se ha tenido, desde hace tiempo, por una especie de “control de la natalidad natural”, pero empiezan a acumularse sugerencias de que todas ellas son aves que *necesitan* mucho tiempo antes de ser capaces no sólo de alimentarse a sí mismas, sino de sacar adelante también una pollada. Es otro ejemplo de una experiencia general, y muy estimulante, del científico investigador: mientras busca dar respuesta a como mínimo algunos aspectos del problema que se ha propuesto resolver, los resultados siempre le llevan a vislumbrar nuevos problemas, nuevas empresas capaces de ponerle a prueba.

Ni siquiera en el problema de la coloración hemos llegado a un



Esta alga no le parece comestible a la gaviota.

conocimiento exhaustivo. ¿Por qué, por ejemplo, tantas aves marinas han desarrollado hermosos “mantos” de color gris perla; y por qué algunas lo tienen más oscuro? ¿Por qué las gaviotas argénteas adultas tienen el plumaje de la cabeza jaspeado en invierno, si el blanco parece ser tan útil? Si los ensayos de Phillips hubieran incluido modelos de varios tonos, ¿acaso habría encontrado que bajo los grises cielos invernales, un gris muy claro es aún mejor que el blanco? ¿Y por qué casi todas las gaviotas tienen algún que otro motivo negro en la mismísima punta del ala? Aquí, al menos, podemos avanzar una hipótesis genial. En primer lugar, sabemos que las plumas pigmentadas son más resistentes al desgaste y la rotura que las blancas, y los extremos de las alas están expuestos a mayor fricción del aire que cualquier otra parte del plumaje. No es de extrañar, por



tanto, que la selección natural haya desarrollado tal característica en muchas aves grandes y de vuelo rápido. Pero como los peces detectarían las zonas negras muy extensas (como las que presentan, por ejemplo, las cigüeñas), las gaviotas zambullidoras han de contentarse con pequeñas pinceladas de negro en las puntas.

Sin embargo, aquí no acaba la historia: muchas gaviotas tienen, en el extremo negro, manchitas blancas. El significado de esta aparente contradicción salta a la vista al observar las gaviotas en vuelo. Se ve entonces que el motivo en blanco y negro es diferente para cada especie. En cualquier fauna regional, cada especie es singular, si bien cabe encontrar idéntico motivo en dos especies no concurrentes en la misma zona. Gracias a ese dibujo de la punta del ala, el ornitólogo experimentado reconoce cada especie a distancia y de una ojeada. Y creo que esto es lo que hacen las propias gaviotas: cuando quieren “relacionarse” con sus propios congéneres, emplean el extremo del ala para el reconocimiento de la especie. La situación es análoga a la que se da en los patos, donde cada especie de una región faunística tiene su arquetipo de color específico en los “espejos” de las alas; los patos reconocen a su propia especie en vuelo mediante esos “banderines”. Algún día, alguien lo comprobará experimentalmente en las gaviotas —de momento es sólo una interpretación.

## VIII. HUEVOS Y CÁSCARAS DE HUEVO

### HUEVOS MIMETIZADOS

Una vez sobre aviso de los problemas de la función de la coloración, empezamos a formularnos preguntas acerca de los colores de los huevos y polluelos de las gaviotas. A primera vista, la respuesta parecía bastante inmediata. Su color de piel y el moteado los hace muy a menudo difíciles de ver; desde luego están mimetizados. Pero por razones ahora al menos en parte entendidas, los adultos son, en el territorio de reproducción, increíblemente llamativos, lo cual parece una contradicción. ¿Cómo consiguen las gaviotas evitar llamar la atención de los predadores sobre sus colonias?

En primer lugar, a diferencia de las aves cuyos adultos están mimetizados —como los patos, los zarapitos y el chotacabras—, las gaviotas (y las golondrinas de mar) no se quedan acurrucadas en el nido al aproximarse un predador; al contrario, levantan el vuelo, como si, por así decirlo, confiaran en el mimetismo de los polluelos. Ahora bien, ¿cuán efectivo es este mimetismo? ¿Y qué predadores atacan realmente a las polladas? Varios de nosotros, en particular Hans Kruuk, decidimos investigar este punto con un poco más de atención, y se nos reveló así, paso a paso, una historia fantástica.

Para empezar, hay muchos predadores. En Ravenglass, las gaviotas argéneas capturan muchísimos huevos y polluelos; las cornejas negras haraganean alrededor de la colonia; muy a menudo, las propias gaviotas reidoras roban huevos y polluelos al vecino; y como prueban los rastros en la arena, existen otros dos peligrosos predadores nocturnos: los zorros y los erizos. La primera línea defensiva contra dichos predadores es, ya lo hemos visto, levantar el vuelo. La segunda, atacar al intruso.





Las cornejas figuran entre los principales predadores de huevos de gaviota.

Esta última, como comprobaremos más adelante, tenía cierto éxito. Las cornejas, por ejemplo, eran rechazadas mediante un ataque en masa, lo mismo que las gaviotas grandes. Pero mientras que las cornejas eran de fácil disuasión, algunos especialistas entre las gaviotas argénteas eran en extremo pertinaces; podían salvar todas las defensas para ganarse, con bastante frecuencia, muy bien la vida; de hecho, algunas parejas criaban sus propias polladas con los huevos y polluelos de nuestras gaviotas. Asimismo, los erizos tenían un éxito considerable, y con los zorros no valían ataques, aunque es posible que los contuvieran algo. Ya volveré a ello más adelante; ocupémonos ahora sólo del color de los huevos.

Para eliminar el efecto de los ataques sociales, decidimos exponer huevos a la predación, fuera de la colonia propiamente dicha, donde, por regla general, se ignora a los predadores. En un primer paso echamos, muy dispersos por el valle contiguo a la colonia, igual número de huevos con su color natural, no cambiado, y huevos que pintamos de blanco. Luego nos retiramos detrás de una duna a esperar y ver qué sucedía; lo cual exigía buena dosis de paciencia, pues pronto descubrimos que los predadores no atendían órdenes. Al principio, muchas cornejas y gaviotas argénteas sobrevolaron nuestros tentadores, y en parte tan claramente visibles, huevos sin dirigirles ni una sola mirada —era obvio que no esperaban encontrar comida allí. A no tardar, sin embargo, una pareja de cornejas (que, como averiguamos después, anidaba en los bosques de Muncaster Fell, al otro lado del estuario) echó el ojo a varios huevos y en seguida se convirtieron en clientes habituales. A veces sobrevolaban lentamente el valle, mirando hacia abajo, explorando el terreno de parte a parte, y de vez en cuando se paraban y aterrizaban cerca de un huevo. En otras ocasiones, recorrían a pie una extensa zona, siguiendo una trayectoria irregular, hasta dar con uno de nuestros huevos, sobre el que se abalanzaban sin titubeos, llevados de súbita, esperanzada prisa. Al poco tiempo, se les unió una pareja de gaviotas argénteas; en general, cazaban sobrevolando el valle en zigzag, mirando asimismo hacia abajo. Una vez que estas aves se pusieron a “trabajar” para nosotros, no tuvimos que hacer muchos ensayos. A pesar de que los huevos blancos sufrían una mortalidad muy superior a la de los naturales, nos impresionó la facilidad con que las aves, sobre todo las cornejas, encontraban tantos de estos últimos, aunque no los hallaran todos. Incluso dificultándoles la tarea enterrando a medias cada huevo, además de cubrirlo con dos pajitas, las cornejas descubrían buen número de ellos.



Seguidamente comparamos el índice de supervivencia de los huevos naturales y el de los que habíamos pintado de un color caqui uniforme. Como sucede con frecuencia en el trabajo de campo, tuvimos que poner en marcha otras investigaciones y no terminamos ésta. Con todo, en los pocos experimentos realizados por Kruuk, los huevos de color caqui también fueron más apresados que los naturales, si bien la diferencia fue menos notoria que con los huevos blancos.

Como trabajábamos en una zona protegida y no queríamos sacrificar demasiados huevos de gaviota, hicimos la última parte de nuestros experimentos con huevos de gallina que antes pintábamos. Esto ofrecía, al mismo tiempo, la ventaja de que ambos, los huevos "naturales" y los de diferentes colores, tenían una capa de pintura —aunque en experimentos previos habíamos usado una pintura que tenía casi idéntico lustre que la cáscara de huevo,



¿quién se atrevería a asegurar que la diferencia de textura no influía en las aves? Pues bien, de este modo averiguamos algo bastante inesperado. Habíamos pintado nuestros anteriores huevos de color caqui, a grandes rasgos, con el "color base" de los huevos naturales; lo que significaba, claro está, que en conjunto eran también más claros. Decidimos, por tanto, comparar huevos moteados con huevos uniformemente coloreados, de diferentes tonos, variando desde el color base al de los puntos más oscuros. Al principio moteé los huevos "naturales" bastante a la ligera: cada huevo recibía, con escasa diferencia, el mismo número de puntos, siendo éstos, poco más o menos, iguales en tamaño, forma y tonalidad; además, estaban distribuidos de manera bastante regular por la superficie del huevo. Pero las cornejas descubrían estos huevos sin el menor problema, y a veces se hacían con ellos aún con más facilidad que si estuvieran coloreados de manera uniforme. Averiguamos que ello se debía, en parte, a que, entonces, las cornejas estaban tan habituadas a descubrir ciertos tipos de huevo que se asustaban de cualquier modelo nuevo —permanecían quietas y los miraban a distancia, aleteando, nerviosas. Sin embargo, que echaran el ojo con semejante desenvoltura a nuestros huevos moteados, debía significar que no estaban bien mimetizados. Esto me hizo reparar, una vez más, en el moteado de los huevos naturales; observé entonces que también para mí, mis huevos con manchas regulares eran mucho más llamativos que los verdaderos de gaviota. Me di cuenta, además, de que no sólo los huevos de gaviota, también los de golondrina de mar, chorlito y otras zancudas presentaban las mismas peculiaridades: tanto en tamaño, forma y tonalidad, como en la distribución sobre la superficie del huevo, las manchas nunca eran regulares. Averiguar si dichas irregularidades eran de carácter adaptado que contribuía a un mejor mimetismo, se convirtió en una de nuestras tareas inmediatas; resultó ser un trabajo de los que recaban muchísimo tiempo y, en el momento de redactar estas líneas, el estudio de este problema concreto, emprendido por Cliff Davies, aún no ha sido ultimado. Y aunque, por el momento, los resultados tienden a confirmar nuestras sospechas, no seré yo quien adelante acontecimientos: "aún no se puede contar la historia". Incluso así, que el moteado de dichos huevos representa un caso especial, sumamente elaborado de "coloración disruptiva", eso es algo que ahora parece más que probable. Por extrapolación, cabe suponer que lo mismo es aplicable al moteado de los polluelos. Ahora bien, aunque estábamos dispuestos (y teníamos permiso) a sacrificar hue-





A la izquierda, movimiento de rodadura empleado para meter los huevos en el nido. A la derecha, cómo se recoge una cáscara vacía.

vos para nuestros experimentos, de ahí no pasamos y, por tanto, de los pollitos no podemos afirmar nada.

Hasta aquí, me he ocupado más de los aspectos relativos al empleo del color por las gaviotas que de su comportamiento. Sin embargo, como demostraban los trabajos de Mash y Phillips, uno y otro se complementan, cada cual desempeña su papel en un sistema funcional integrado. Además, algunos de nuestros problemas no se podían resolver sin un estudio a fondo de las víctimas de las gaviotas o de sus predadores. Pero ahora, al menos, están sentadas las bases para una discusión de otros trabajos nuestros, más directamente relacionados con el comportamiento en sí.

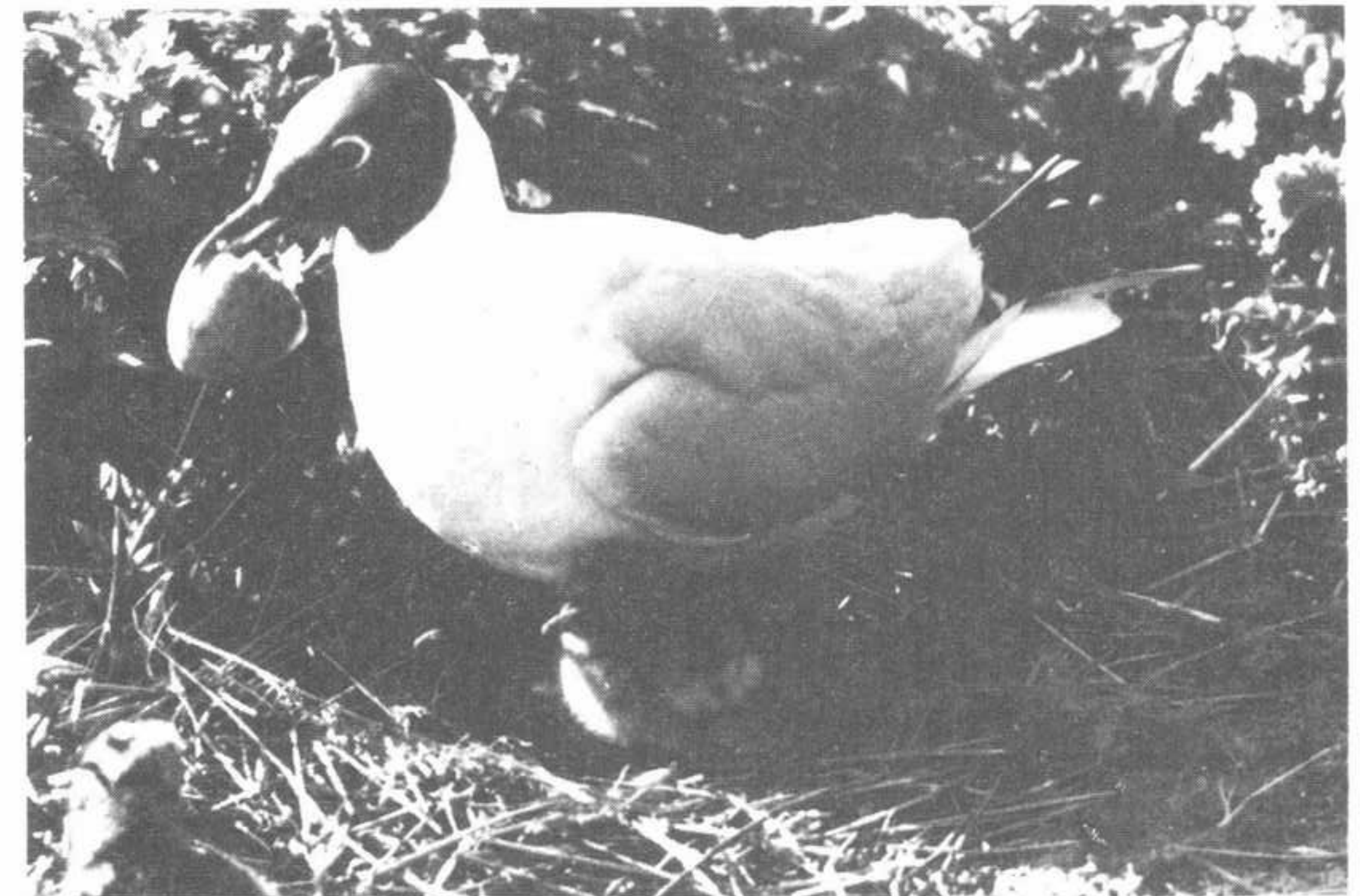
## LA LIMPIEZA DEL NIDO

De manera bastante fortuita, topamos con un interesante aspecto etológico del mimetismo. Era sabido, hacía algún tiempo, que muchas aves tienen la costumbre de retirar los cascarones de huevo vacíos cuando, después de un largo período de incubación, el pollo rompe la cáscara y sale. Nuestras gaviotas no eran una excepción. Así que un huevo se abría, uno de los padres —transcurridos unos minutos, pero más a menudo al cabo de unas horas— cogería la cáscara vacía con el pico, se iría a pie o volando con ella y la dejaría caer muy lejos del nido. Pasó mucho tiempo antes de que este comportamiento despertara nuestro interés, y todo porque parecía una respuesta trivial. No sólo era una fruslería (“una simple

limpieza”), sino que la mayoría de las aves dedican a esta tarea contados segundos —por término medio, cada adulto invierte en ello no más de diez segundos por año. No, nadie lo tomaría por un apasionante tema de investigación. En cambio, al comenzar a observar más de cerca la predación, reparamos en que varios predadores —léase vecinos, gaviotas argénteas merodeadoras o una corneja de paso— se ponían sobre aviso justo en tales ocasiones, cuando una gaviota dejaba la pollada desamparada por un momento. Todos esos predadores eran maestros en incursiones relámpago, lo cual significaba, claro está, que dejar el nido para ir a tirar una cáscara, exponía la pollada a un riesgo seguro. Entonces, ¿por qué lo hacían todas las gaviotas? ¿Y por qué, por ejemplo, los patos no retiraban las cáscaras vacías? Otro motivo de perplejidad: ver con qué precisión las gaviotas sabían lo que arrojaban —nunca las vimos sacar huevos, ni retirar una cáscara mientras el polluelo no la hubiera abandonado por completo. Sospechamos que debía existir alguna ventaja en desembarazarse de las cáscaras, además de que las gaviotas tenían que estar bien equipadas para reconocerlas como tales.

En cuanto a la posible función de semejante comportamiento,

Retirando una cáscara vacía del nido.

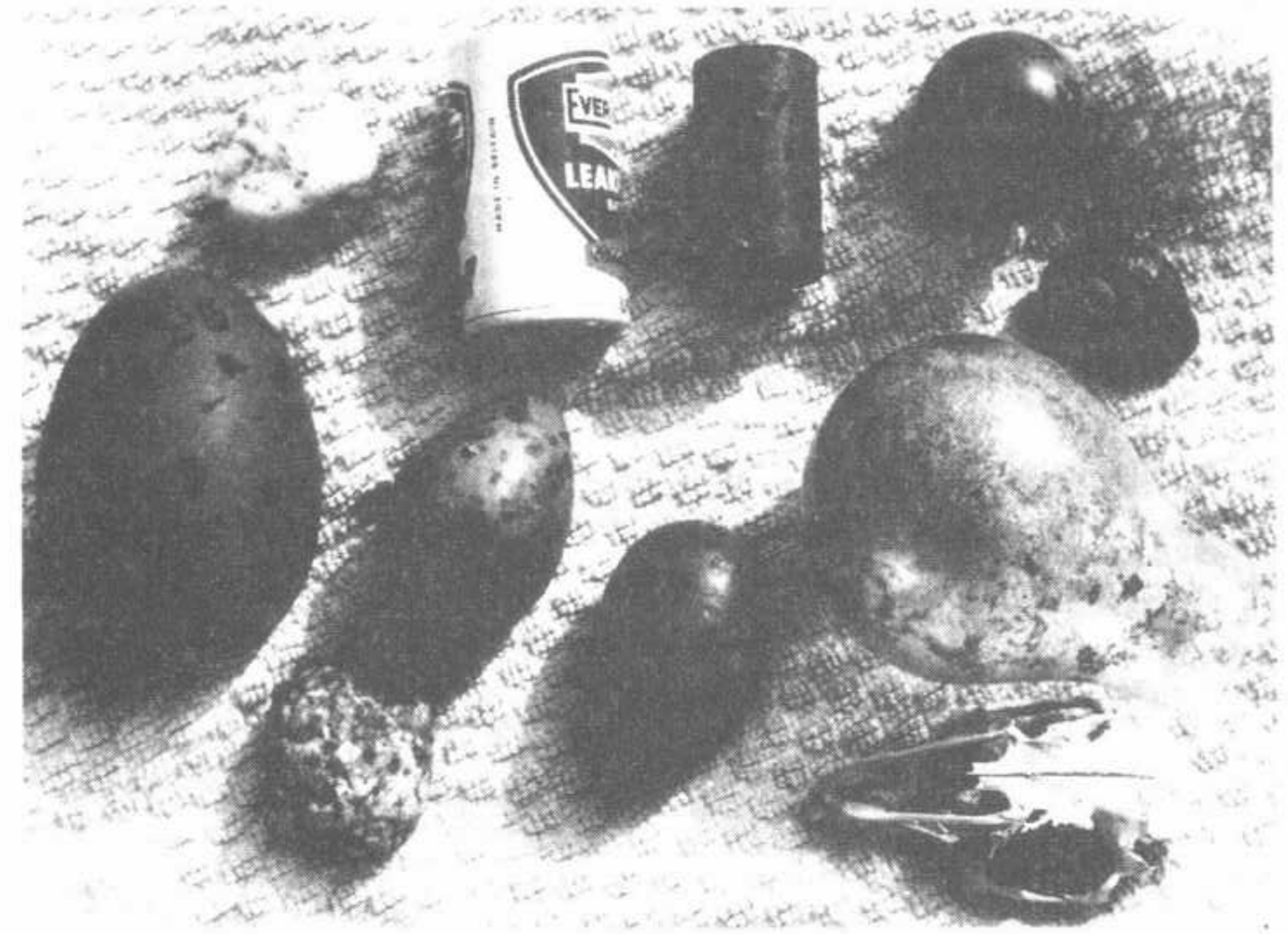




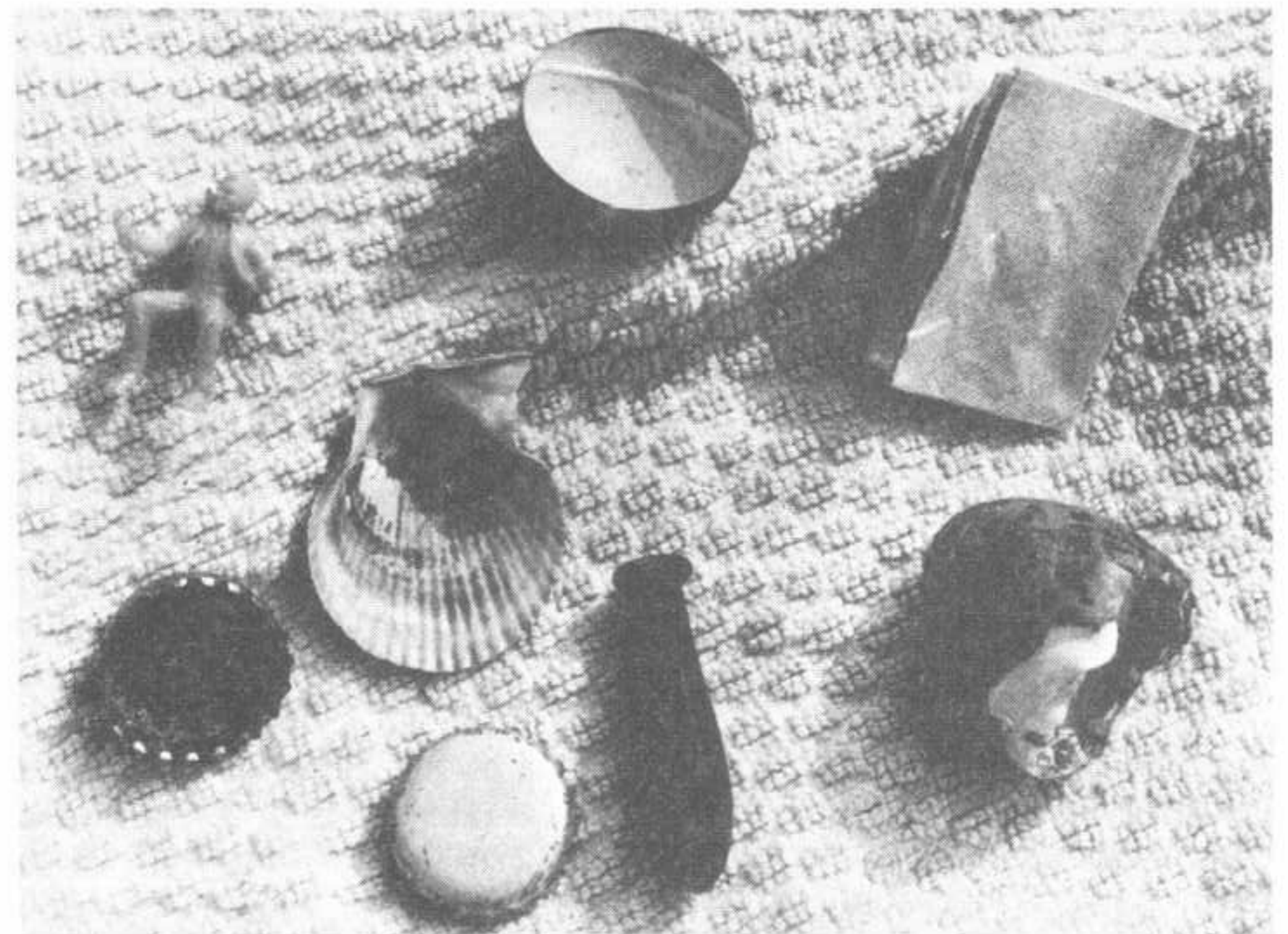
teníamos cinco hipótesis. Primera, los cantos agudos de las cáscaras podían herir, por azar, al delicado pollito. Aunque esto se ha comprobado en polladas de pato, estábamos convencidos de que la finísima cáscara del huevo de gaviota no entrañaba mucho peligro —se aplastaba facilísimamente. Segunda, una cáscara vacía puede —es una posibilidad— encajarse encima de un huevo sin abrir, y atrapar al pollito dentro. Nos pareció que los polluelos de gaviota podían afrontar este peligro, de nuevo por la quebradiza factura del huevo. Tercero, una gaviota tiene sólo tres puntos de incubación —las zonas sin plumas del vientre que el ave pone cuidadosamente en contacto con el huevo— y las cáscaras vacías del nido podrían “competir” por uno de esos puntos con un huevo o un pollito recién salido. Aquí, una vez más, la fragilidad de la cáscara garantizaría un rápido aplastamiento. Una cuarta posibilidad era que la materia orgánica húmeda que siempre queda detrás de la cáscara, pudiera ser campo abonado para bacterias patógenas. No deja de ser una explicación viable, pero lo que nos parecía más verosímil era que la cáscara del huevo, al mostrar los bordes y el interior blancos, pudiera atraer la atención de los predadores, en particular de aquellos que, como el zorro, se pasean por la colonia durante las claroscurosas noches estivales, o bien los incursos relámpago, que han de elegir su víctima en un santiamén. Y nos reafirmamos en tal creencia cuando vimos que, al menos, dos miembros de la familia de las gaviotas, la tridáctila y el charrán patinegro, no se molestaban en retirar las cáscaras o lo hacían de manera muy descuidada. Estas dos especies, precisamente, confían muy poco en el mimetismo, en tanto que los restantes cuatro peligros representan en ellas tanto como en las que sacan las cáscaras.

Ahora bien, antes de que lo creyéramos así en propiedad (aunque intuíamos vagamente que podía tener algo que ver con la predación), seguimos lo que resultó ser, al menos con mucha probabilidad, una pista falsa. Porque habíamos visto los estragos que los zorros podían ocasionar en la colonia de Ravenglass, creímos que quizá las cáscaras atraían a los predadores que cazan por el olfato. Las cáscaras llegan a ser bastante olorosas, y cabía que los zorros reaccionaran a este estímulo más fácilmente que las comejas, por poner un ejemplo.

Como hubiera sido difícil comprobarlo con zorros salvajes, y no teníamos un domador a mano, decidimos utilizar el pequeño *terrier* de John Houghton. Mientras John acampaba con nosotros, su familia vivía en Eskdale, en tierra firme, y con ellos estaba



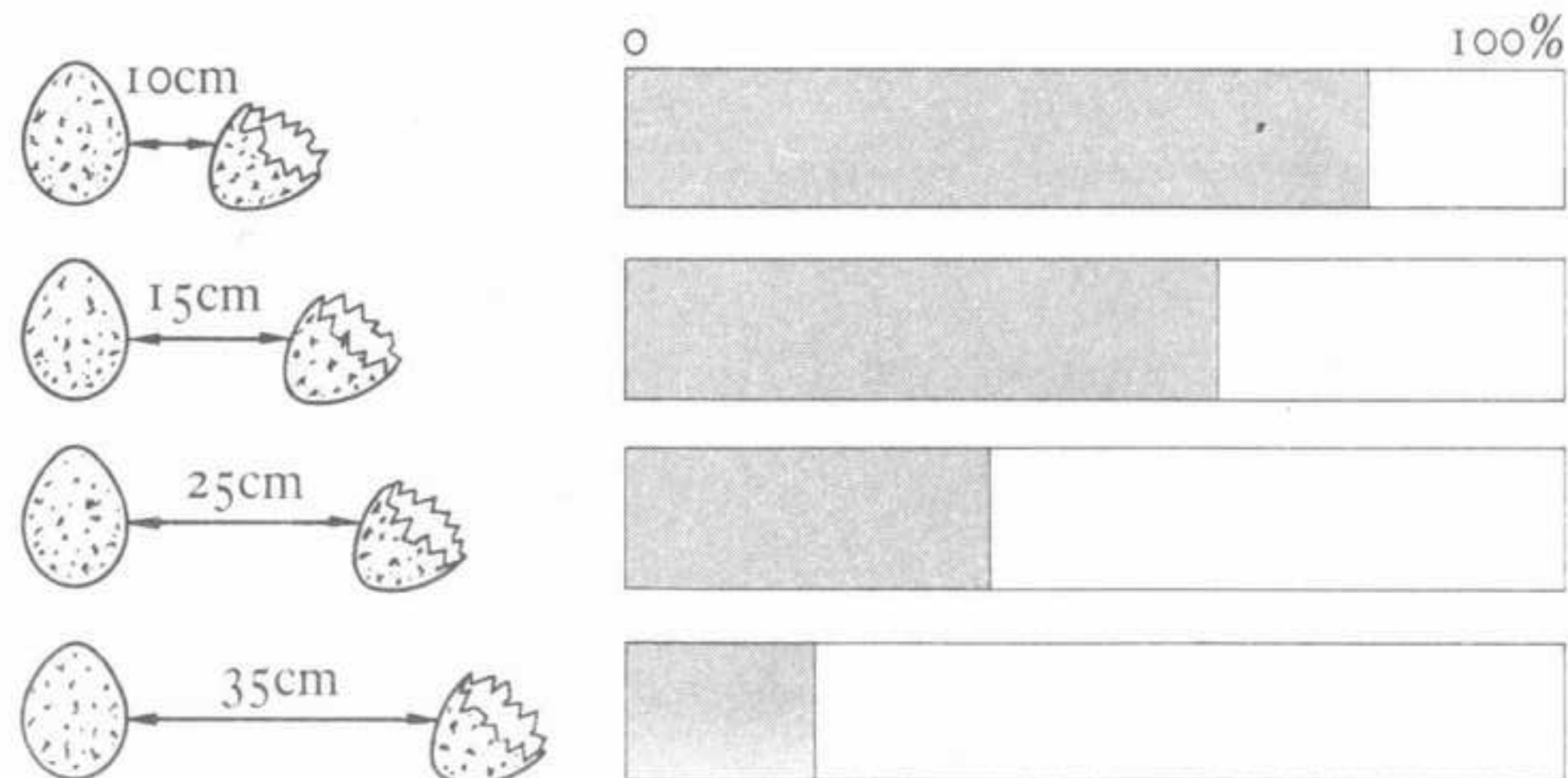
Un primer paso para intentar averiguar cómo distingue una gaviota entre los huevos y las cáscaras, consistió en ver de qué manera reaccionaban a toda una gama de objetos. Aquí se muestran los que, en alguna ocasión, han sido empollados (arriba) y los que han sido retirados (abajo).





“Joey”, su perro. Aguardamos a una mañana casi sin viento y, mientras John marchaba a pie en busca de “Joey”, cavé una trinchera de unos cincuenta metros de largo en el punto más bajo de la playa, en ángulo recto con el suave viento del sur. En esa trinchera puse algunos cascarones frescos, alternando con diversos objetos, entre ellos varios huevos intactos.

Cuando “Joey” llegó, lo colocamos a unos cien metros a sotavento de la trinchera y John lo paseó lentamente, siguiendo una trayectoria paralela a aquélla. A pesar de que a “Joey” se le brindó la posibilidad de fisgar a su gusto, su atención se centró en diversos objetos curiosos que oteó en la distancia, y no mostró la más mínima tendencia a husmear en el aire. Lo llevamos a veinticinco metros a sotavento y repetimos el pase. Nada, ninguna respuesta. Un metro a sotavento —lo más cerca que podíamos ponerlo sin permitirle, de hecho, ver qué había en la trinchera— y todavía ningún efecto. Por último, lo paseamos *por* la trinchera. Pasó a la vista de un huevo, luego por delante de una “bolsa de sirena” (envoltura vacía de un huevo de raya), sin hacerles mucho caso. Entonces, bajo nuestra ansiosa mirada, quedó cara a cara con la primera cáscara de huevo. Se detuvo, husmeó y levantó una de las patas traseras. Tal fue el final de la carrera científica de “Joey”, y también de nuestros experimentos sobre el olfato.



El canto blanco, dentado, de una cáscara rota puede dar a los predadores una pista de dónde encontrar huevos. Esta gráfica muestra que, a mayor distancia entre la cáscara y el huevo, menor probabilidad de que lo descubran. La longitud de las barras grises representa el porcentaje de huevos apresados, en un intervalo de tiempo dado, para cada una de las distancias huevo-cáscara indicadas.

A continuación, decidimos trabajar con alguno de los predadores que cazan por la vista. El método era sencillo: con la esperanza, una vez más, de usar aves salvajes como predadores, volvimos al valle donde habíamos realizado los experimentos sobre mimetismo; ahora echamos, muy esparcidos y en posiciones no demasiado evidentes, cierto número de huevos aislados. Añadimos a la mitad de ellos una cáscara vacía, a una distancia de cinco centímetros, mientras la otra mitad carecía de semejantes vecinos. Para complicar cuanto fuera posible la tarea a las cornejas, cada uno de los huevos tenía encima dos pajitas. Luego reemprendimos, como siempre, las largas vigiliadas en la paranza de lo alto de la duna. De nuevo vimos en acción a las cornejas, las gaviotas argéneas y alguna que otra gaviota reidora. Cuando calculamos que habían sido capturados más o menos la mitad de los huevos, salimos de la paranza y examinamos el resultado: sobrevivían muchos más huevos “solitarios” que huevos con una cáscara próxima. Quedó muy claro que la cáscara atraía la atención de los predadores cuando repetimos los experimentos con diferentes distancias entre los huevos y las cáscaras vacías. A mayor distancia, menor predación y más claramente podíamos ver lo que ocurría en realidad: las cornejas o las gaviotas argéneas aterrizaban cerca de la cáscara vacía, o avanzaban a pie hacia ella, y empezaban a pasearse a su alrededor. Un huevo a cinco centímetros casi seguro sería descubierto, pero a mayor distancia, de ordinario pasaba inadvertido y el ave perdía el interés. He ahí, por tanto, al menos una ventaja de la respuesta “trivial”: reduce el peligro de predación. Y, ciertamente, es una ventaja notable —bien merece la pena asumir el riesgo relativamente menor de una rápida incursión en la pollada.

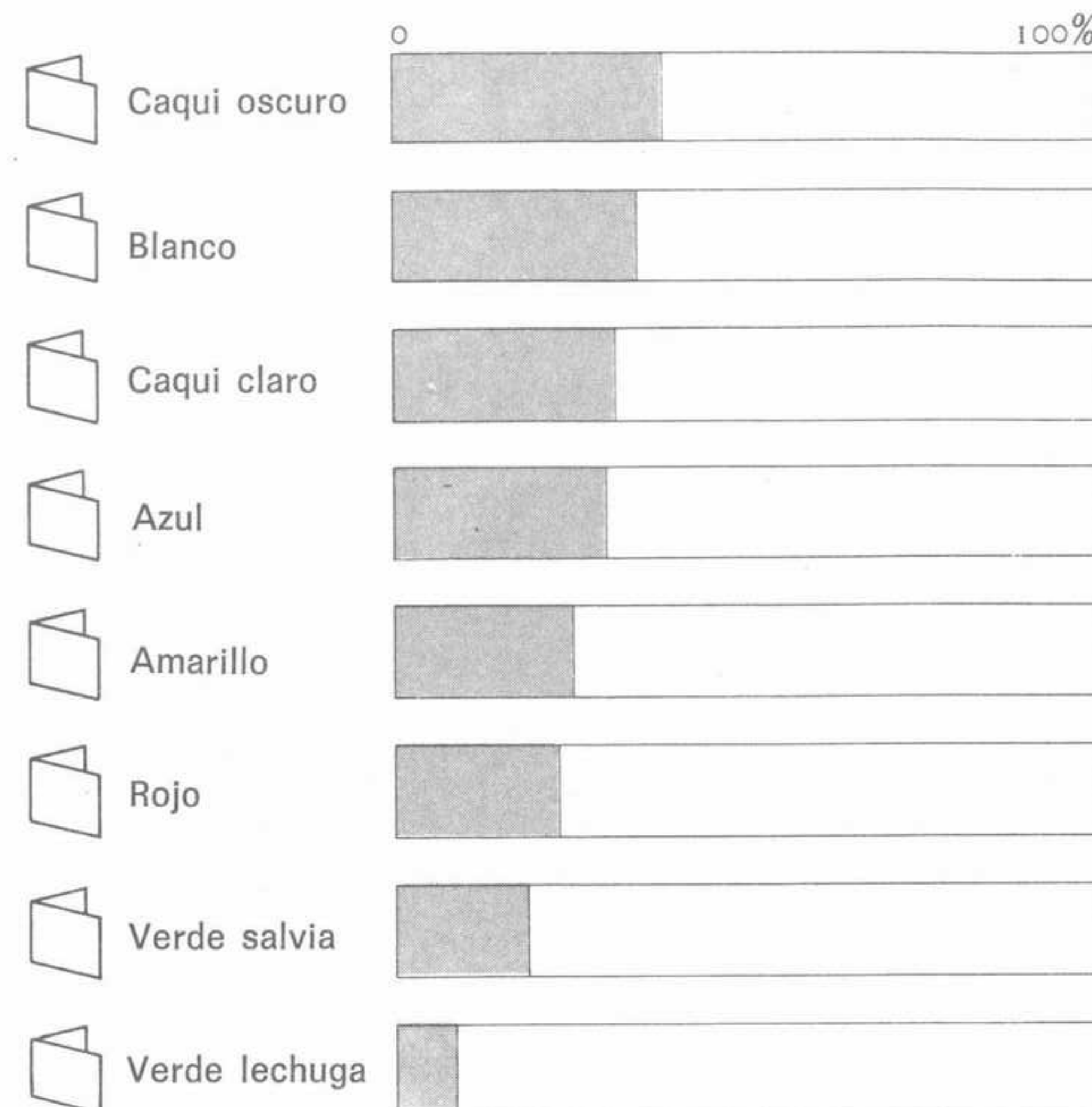
### CÓMO RECONOCEN LAS GAVIOTAS UNA CÁSCARA DE HUEVO

Ahora que conocíamos cuán importante es esta respuesta para las gaviotas, teníamos un incentivo adicional para estudiar cómo se organiza su comportamiento, en particular cómo reconocen una cáscara de huevo. Ya habíamos acumulado algunas observaciones acerca de qué clase de objetos retiran habitualmente las gaviotas de su nido y qué aceptarían como huevo —lo que dejarán o incluso harán rodar hacia el nido. Nuestras observaciones demostraban a las claras que existía una diferencia: los “sucedáneos de huevo”



aceptados, aunque difieran en detalles de tamaño, forma y color, eran todos objetos redondeados; los que las gaviotas rechazaban, compartían otras características: no eran por completo redondeados, muchos eran huecos, y siempre presentaban algún borde fino.

Decidimos ensayar las respuestas de las gaviotas a diversos objetos, de manera más sistemática y cuantitativa. Como parecía que los predadores reaccionaban a cosas con colores llamativos, ofrecimos primero a nuestras gaviotas cáscaras de huevo falsas de diferentes colores. Visto que la forma de la cáscara tenía una importancia secundaria, recurrimos a láminas metálicas, oportunamente normalizadas, de  $2 \times 4$  centímetros, dobladas en ángulo recto por la mitad ("ángulos pequeños"). Después de una sesión de pintura en gran escala, seleccionamos y marcamos gran número de nidos, que dividimos en tantos grupos como colores teníamos. Se colocaba un ángulo en el borde de cada nido y, transcurrido cierto tiempo, comprobábamos si habían retirado el modelo. En cada serie de ensayos, todos los nidos recibían cada uno de los colores una sola vez, y (como la respuesta podía disminuir con la repetición) procurábamos ofrecerlos en un orden distinto. Los resultados fueron bastante sorprendentes: no era el color más llamativo el que más a menudo retiraban. Aunque todos eran sacados alguna vez, la puntuación más alta fue, a todas luces, para el caqui oscuro, el caqui claro (ambos similares al color exterior de los huevos reales) y el blanco. Incluso el rojo, que para nosotros (y, según sabemos por otro trabajo, para las gaviotas) destaca muchísimo, lo retiraban con menor frecuencia que el caqui (de hecho, apenas visible en el borde del nido). Por consiguiente, las gaviotas reaccionan con mayor intensidad a objetos del color natural de las cáscaras de huevo. Es de lamentar, pero no tuvimos tiempo de ofrecer todos esos colores a los predadores, de modo que no sabemos cómo reaccionarían a los más luminosos. Hubo un resultado que al principio nos sumió en la perplejidad: la bajísima puntuación del verde, sobre todo de un verde lechuga claro, muy parecido al color de muchas hojas jóvenes. Un poco de reflexión nos mostró que esto ofrece también una ventaja inequívoca. Como las gaviotas retiran hasta trozos planos de papel, siempre que anidaran entre plantas de hoja ancha (como ortigas y bardanas, que eran corrientes alrededor de los nidos), malgastarían mucho tiempo en arrancar y llevarse tales hojas; hacer esto, no sólo incrementa el tiempo pasado fuera del nido, elimina asimismo la cubierta que, en una etapa ulterior, proporcionará importante protección a los polluelos, que se ocultan bajo aquéllas

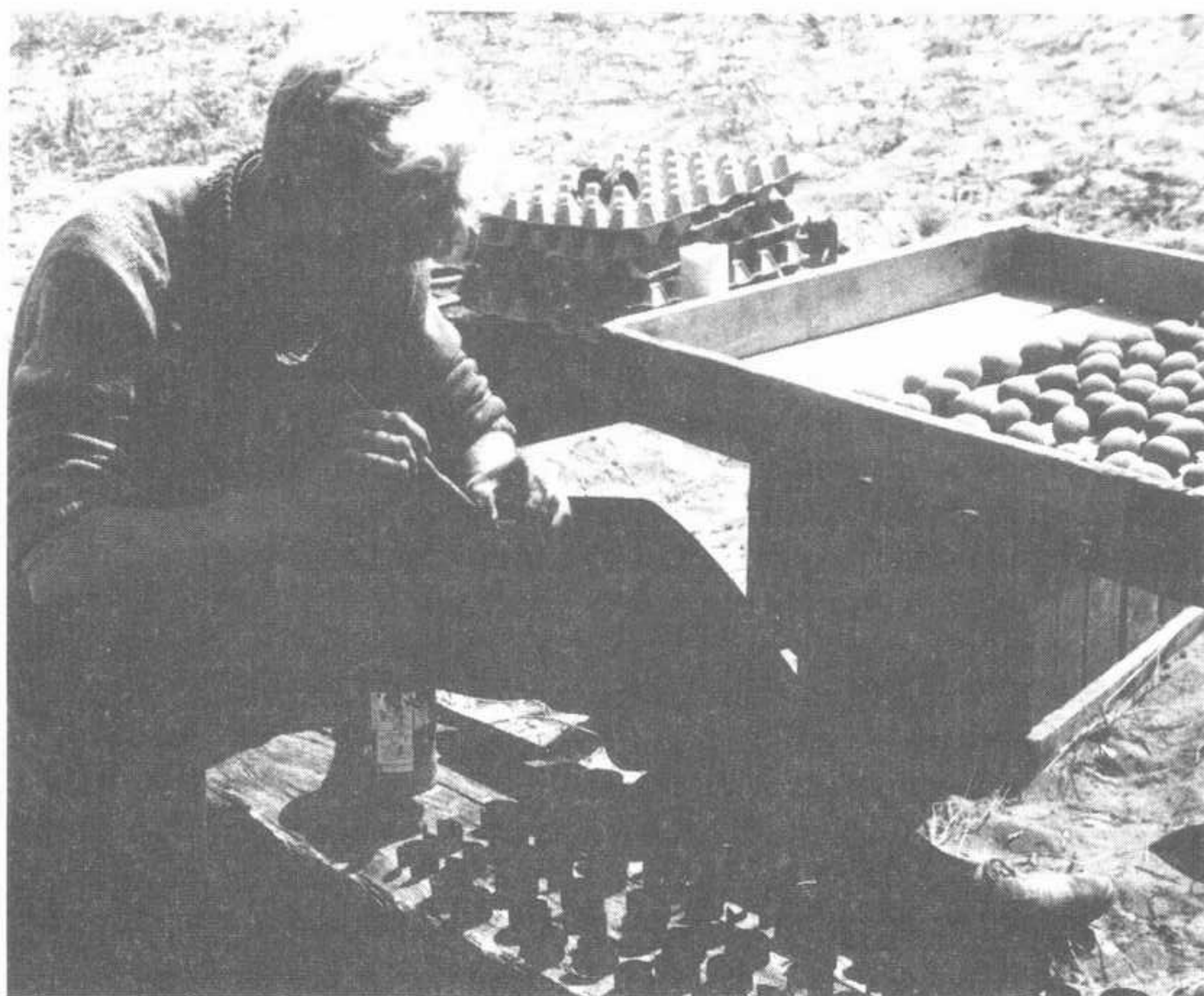


Se hicieron experimentos con las gaviotas para descubrir su reacción a maniqués de cáscara de huevo que diferían sólo por el color. Las barras grises indican el porcentaje de cada maniquí coloreado, retirado del nido por las gaviotas al cabo de gran número de experimentos.

en cuanto hay alarma general. Si se habían acostumbrado sin más a dichas hojas, o su falta de interés era "innata", no lo sabemos.

En otros aspectos, la reacción de las gaviotas también está maravillosamente adaptada a sus necesidades. Comparamos sus respuestas a cáscaras de huevo de color caqui —reales en esta ocasión— que ofrecíamos a diferentes distancias del nido, y encontramos asimismo que disminuían de forma brusca al aumentar dicha distancia. No pudimos hacer experimentos con distancias cáscara-nido muy grandes, porque los nidos de gaviotas estaban con frecuencia muy juntos.

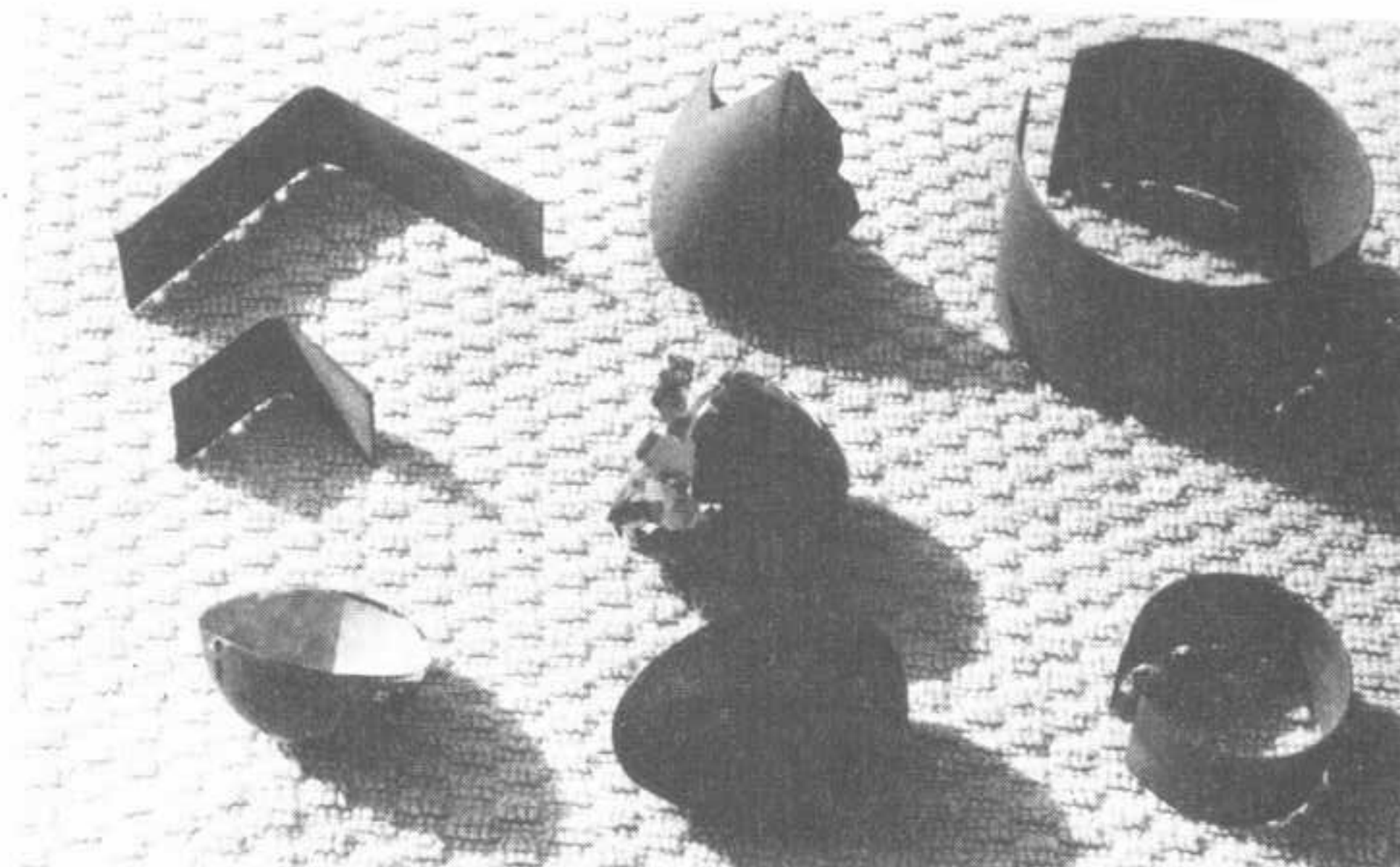




La monotonía de la investigación: preparando diversos maniqués para los experimentos.

Realizamos ensayos similares con maniqués de distintos tamaños, formas y proporciones, que sería demasiado largo describir del principio al fin. Todo este trabajo se nos hizo eterno, y ello sobre todo por la gran cantidad de modelos que perdíamos; no cabía predecir el lugar donde las gaviotas los dejarían caer; algunas volaban cien metros o más antes de desprenderse de las cáscaras. Después de cada experimento, recuperábamos algunos, y antes de poder acometer el siguiente teníamos que recomponer nuestras existencias. Recortar nuevos modelos y pintarlos consumía muchísimo tiempo.







Merece la pena hacer mención de una serie adicional de experimentos. Queríamos saber algo más acerca de cómo las gaviotas distinguen un huevo de una cáscara. ¿Veían la discontinuidad del contorno liso, producida por la separación de la “tapa” del huevo



Algunas de las muchas formas distintas que se ofrecieron a las gaviotas como maniqués de cáscara de huevo. En el centro, una cáscara real.

en el extremo más ancho? ¿Reaccionaban acaso al ahuecamiento de la cáscara? ¿O era el borde delgado, como indicaban nuestras primeras observaciones, el estímulo principal? Este tipo de problemas siempre pone a prueba nuestro ingenio. ¿Qué clase de maniqués daría una respuesta más económica? Como de costumbre, en un primer momento no logramos los modelos óptimos, aunque algunos nos dieron respuestas definitivas. Preparamos varios que, presentando el perfil roto, no eran huecos ni tenían cantos agudos. Esto lo hicimos rellenando cuidadosamente cáscaras vacías con yeso —igualado detalladamente con el borde irregular, de modo que no fuera visible nada de margen agudo. Rellenamos otras cáscaras con algodón; éste eliminaba el ahuecamiento, aunque no el canto delgado. Ofrecimos también huevos vacíos, pinchados, que tenían toda la forma redondeada de un huevo, pero que habían sido “aligerados”. Y finalmente, Kruuk tuvo una idea luminosa: pegó un trozo de cáscara, de un centímetro cuadrado, en ángulo recto a un huevo pinchado. No presentamos todos los maniqués de una vez, preferíamos observar las gaviotas desde una paranza. Los resultados fueron contundentes: trataban a los huevos pinchados y a las cáscaras rellenas de yeso exactamente como huevos normales, es decir, los hacían rodar hacia el nido y los incubaban; sin embar-



|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
|  | Huevo vaciado   | Cáscara rellena de yeso   | Cáscara rellena de algodón  | Huevo con pestaña   |
|   | 24  | 20  | 6   | 6   |
| Rodadura hacia el nido   |   |   |   |   |
|  | 0   | 0   | 13  | 12  |
| Extracción   |   |   |   |   |
| Número total de presentaciones   | 26  | 27  | 20  | 19  |

Algunos de los maniqués empleados para descubrir cómo distinguen las gaviotas entre un huevo y una cáscara. La tabla presenta cómo trataron a los diferentes maniqués.

go, retiraban las cáscaras algodonosas. Y lo más interesante de todo; hicieron rodar los huevos "con pestaña" en un tercio de los experimentos, y los retiraron en los dos tercios restantes. Muchas aves manifestaron un fascinante comportamiento ambivalente ante este maniquí. Alternaban movimientos de rodadura incompletos, en que sólo ponían el pico detrás del huevo, y movimientos de extracción asimismo inacabados, limitándose a coger la "pestaña" con el pico.

Claro, esto planteaba otra cuestión. Si las gaviotas reaccionan con semejante prontitud a un borde delgado, ¿qué les impide retirar la cáscara en cuanto cae la "tapa", antes de que el polluelo haya salido por completo? Al pollito le lleva cierto tiempo liberarse totalmente. Sólo hicimos un tipo de experimento, que nos brindó, una y otra vez, el mismo e interesantísimo resultado. Pegábamos un troci-

to de plomo, del peso de un polluelo, muy adentro de la cáscara. Las gaviotas a las que se ofreció esta cáscara, picoteaban en seguida en el borde, levantaban la cáscara, y acto seguido la dejaban caer. Insistían de nuevo, pero el peso les impedía, sistemáticamente, proseguir la cadena de movimientos. Así, mientras que para la recuperación del huevo, su peso no cuenta, el de la cáscara desempeña un papel en la respuesta de extracción —pese a que el borde delgado desencadena el picoteo, no retirarán la cáscara hasta que esté vacía. No sabemos si la acción de las gaviotas habría quedado detenida en una etapa más temprana de haberles ofrecido un pollito de verdad dentro de la cáscara. Ni es ésta la única cuestión todavía por responder —la temporada de reproducción es corta y los experimentos, siquiera los más sencillos, exigen días enteros.

Realizaban siempre estos trabajos de campo equipos que actuaban de manera bastante irregular; lo que se hace depende, en primer lugar, del interés, aplicación y tiempo del observador; y en buena medida, no lo olvidemos, de la oportunidad. Por mucho que yo mismo, como elemento director del proyecto a largo plazo, pretendiera cierta continuidad y coherencia, todos estos trabajos se pensaron, en primera instancia, como prácticas de investigación de los siempre "rotantes" miembros de nuestros equipos; y en la elección de los temas, tenían entera libertad de seguir su propia línea. Ésta es la razón de que haya aún tantas lagunas en nuestros conocimientos.

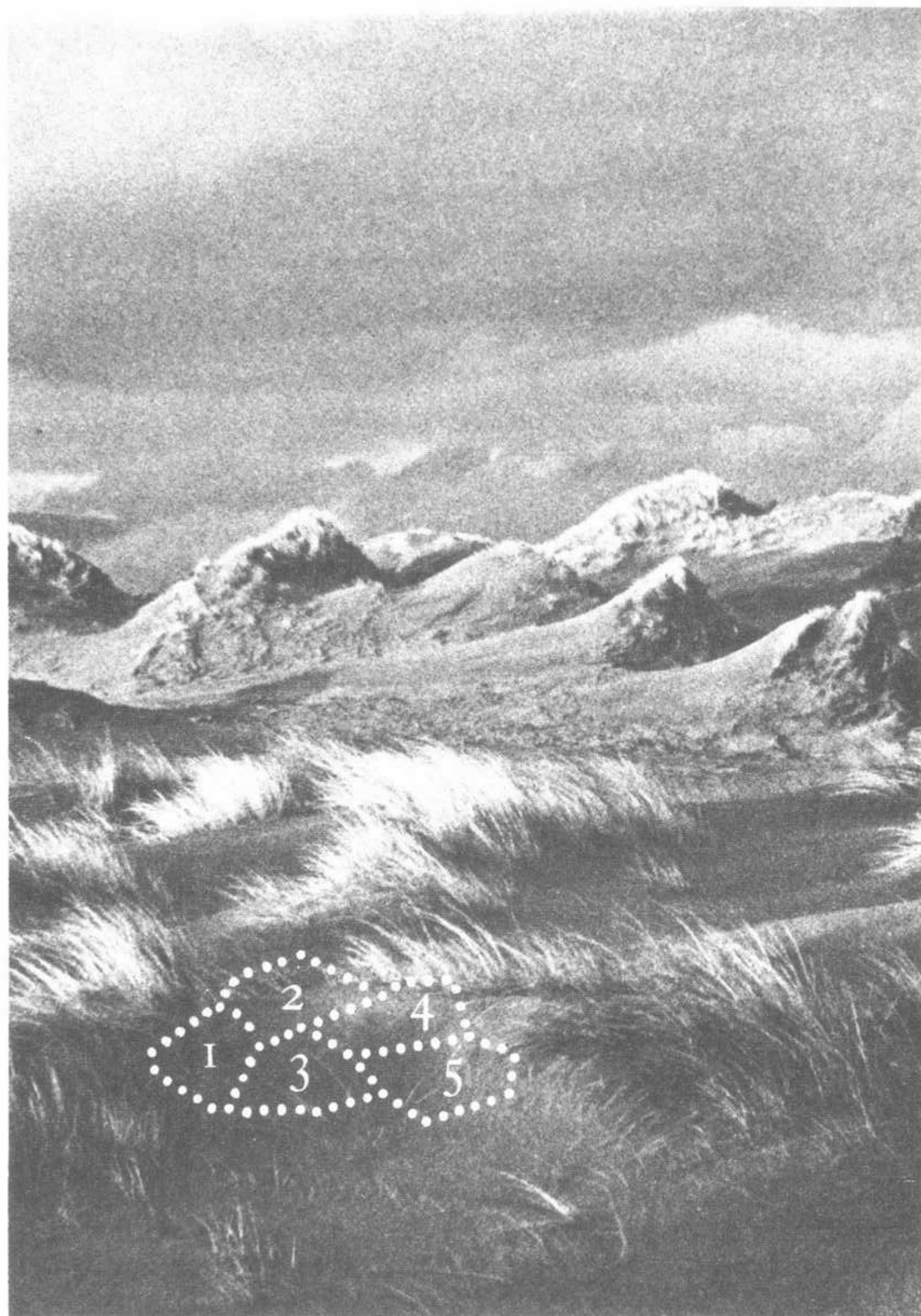


## IX. EL ESPACIADO DE LOS NIDOS Y LOS PREDADORES

Uno de los problemas en que nos volcamos a continuación, tenía en su raíz varios hechos aparentemente inconexos, que desde hacía tiempo me tenían perplejo y que, hasta el presente, no había conseguido colocarlos en el contexto en que, de una forma vaga, presentía habían de encajar. En vista de cuán íntimamente adaptados estaban tantos rasgos del comportamiento de las gaviotas que en una primera impresión parecían una trivialidad y sin significación especial, comencé a interesarme por la distribución espacial de los nidos. Por un lado, las aves eran, sin lugar a duda, coloniales, es decir, anidaban (y por lo común se alimentaban) en grupo —socialmente. La nidificación colonial no siempre venía dictada por la escasez de zonas de nidificación adecuadas —las gaviotas podrían estar dispersas por todas las dunas, como hacen, por ejemplo, los ostreros, la alondra y otros muchos “reproductores solitarios”. Y por otro lado, su comportamiento en el seno de la colonia era territorial —cada una de ellas invertía enorme cantidad de energía en asegurarse la posesión exclusiva de una zona muy superior al tamaño real del nido; sin embargo, no necesitaba dicha zona como provisión de alimento para la cría; la comida venía de otros sitios. ¿Por qué los nidos estaban tan visiblemente espaciados?

En primer lugar, teníamos que demostrar que esta premisa era correcta; que en el ámbito de la colonia, los nidos no estaban esparcidos al azar sin más ni más. En fin de cuentas, la distancia entre nidos variaba muchísimo. Para comprobarlo, Ian Patterson decidió cartografiar con cuidado gran número de nidos, medir las distancias entre ellos y compararlas con las de una genuina distribución al azar. Sus resultados demostraron a las claras que las distancias más cortas entre los nidos, digamos por debajo de un tercio de metro,





En esta fotografía, las líneas punteadas dan idea del tamaño del territorio limitado por cada gaviota.

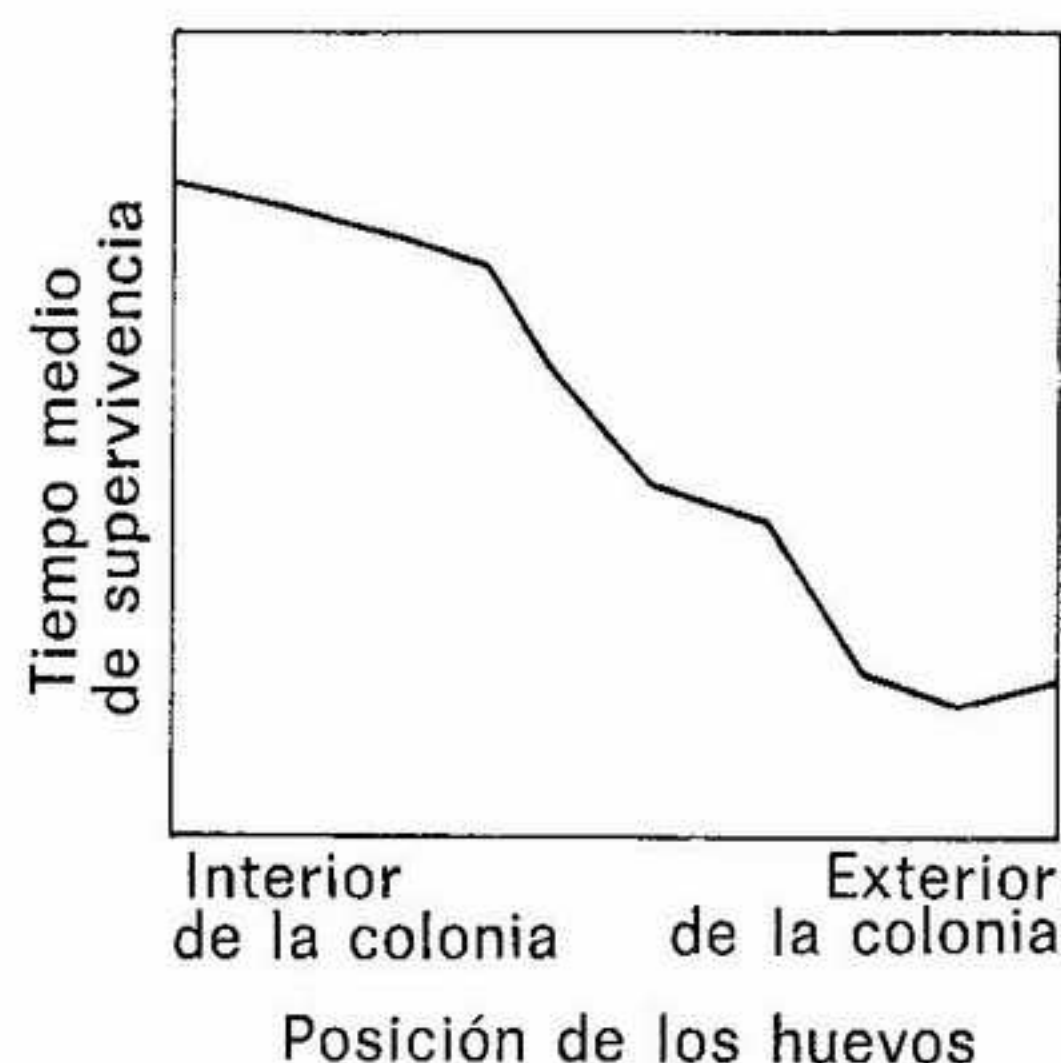
eran muy frecuentes. De modo que, en realidad, teníamos dos problemas en las manos: ¿por qué se agrupan las gaviotas y por qué, sin embargo, se distancian en cierta medida?

## NIDIFICACIÓN SOCIAL

Kruuk ya había estudiado una ventaja muy importante de la nidificación social. Decidió comprobar, algo más detalladamente, la eficacia de los ataques en masa contra predadores tales como cornejas y grandes gaviotas. Lo hizo tendiendo, en repetidas ocasiones, una línea de diez huevos de gallina blancos, en ángulo recto con el borde, relativamente discontinuo, de la colonia, en lugares no ocupados por nidos. La mitad de esta hilera de huevos quedaba dentro de la colonia, la otra mitad fuera. Una vez hecho esto, esperó a ver qué ocurría. De tanto en tanto veía cornejas y gaviotas argentas acercarse, resueltas, a saquear esos huevos. Aunque las gaviotas reidoras las atacaban siempre, lo hacían muchas más aves cuando el predador se precipitaba sobre la colonia que cuando robaba a toda prisa un huevo de los de fuera. En cada ensayo, Kruuk registró cuál de los diez huevos fue capturado primero, cuál el segundo, el tercero, etc. A pesar de que, a la larga, los huevos del interior de la colonia también fueron devorados, y que la variabilidad en el orden en que esto ocurría era mucha, existía clara tendencia a que los del exterior desaparecieran primero. Sin duda, el “riesgo” corrido por un huevo blanco, muy visible, es mucho mayor que el de los de gaviota, pero nos parece que la diferencia es sólo de grado. Lo interesante era que no existía un salto brusco, repentino en la vulnerabilidad de los huevos próximos al borde de la colonia —el riesgo aumentaba gradualmente del “interior de la colonia” hacia “fuera”. Existían dos razones para ello. Primera, cada gaviota atacaba al predador mucho más allá de los límites de su territorio; y esto hacía que las gaviotas atacasen en masa. Segunda, la distancia a que empezaban a atacar era distinta para las diferentes gaviotas, de modo que la resistencia global aumentaba de continuo a medida que el predador se acercaba a la colonia. Algunas gaviotas, pocas, llevaban la defensa de los huevos mucho más allá del contorno de la colonia.

A continuación, Patterson comprobó si la nidificación colonial conlleva realmente mayor éxito reproductivo en conjunto, como de hecho esperábamos. Marcó gran cantidad de nidos y comparó el número de pollitos que alcanzaban la edad de pelechar, en zonas





Se realizó una serie de experimentos para ver si los huevos exteriores a la colonia nidificante eran capturados más a menudo por los predadores que los del interior de ella. Los resultados aparecen en esta gráfica. La altura de la línea indica el tiempo medio de supervivencia de los huevos en diferentes posiciones. Los huevos exteriores eran apresados más rápidamente.

densas y menos densas, e incluso siguió de cerca los nidos (pocos en proporción) que cabía encontrar en posiciones bastante aisladas. Dentro de la colonia en sí, las zonas densas no ostentaban un éxito significativamente superior al de las menos densas —existe, claro está, un abanico más o menos amplio de densidades “buenas” por igual. No hace falta que entremos en detalles de por qué es así, pero respecto de los nidos localizados muy afuera de la colonia, existe una clarísima discriminación en perjuicio de estos últimos: al menos mientras Patterson los estuvo estudiando, ni un solo pollito llegó a la edad de pelear. Todo esto demostraba, a las claras, las ventajas de la nidificación social.

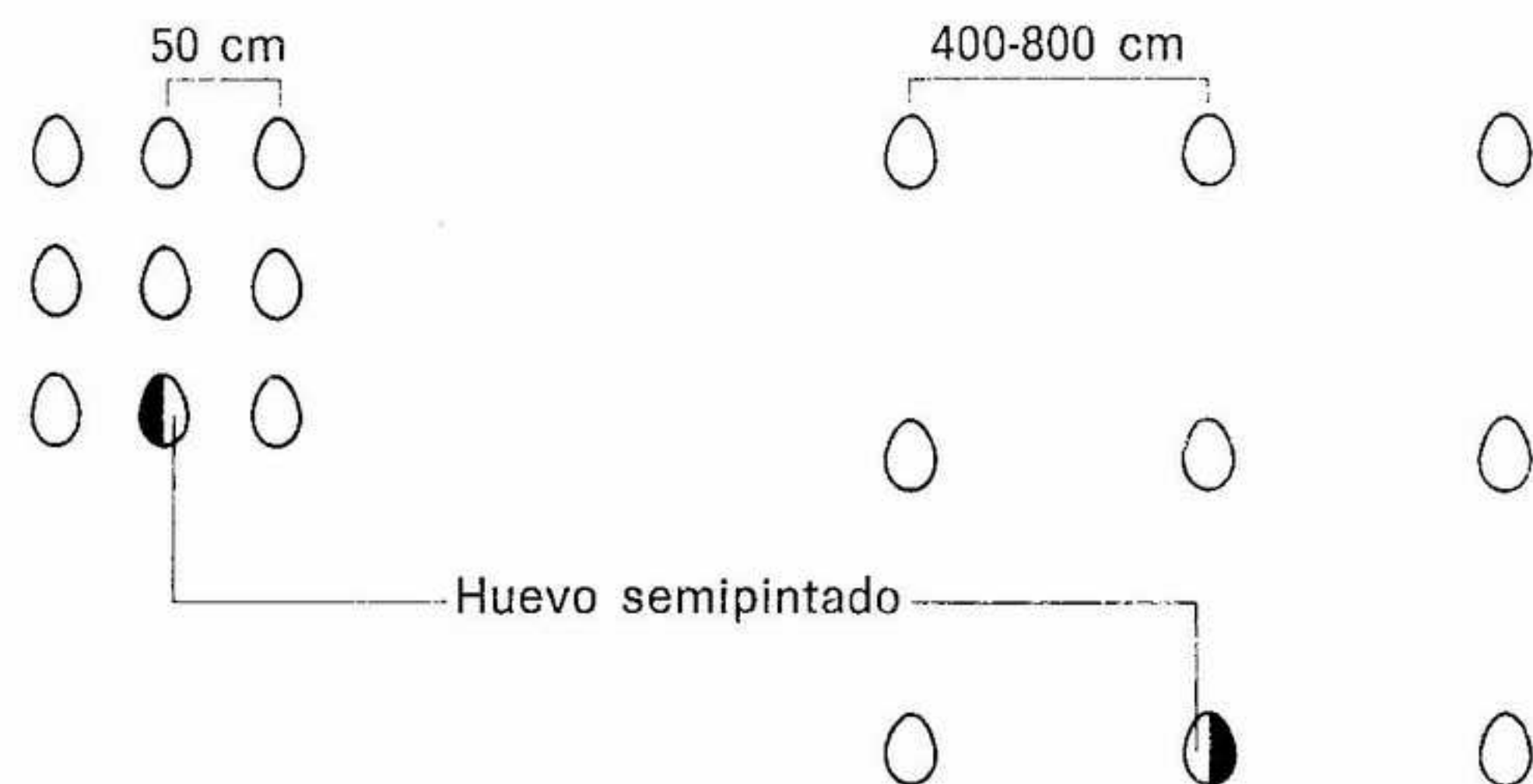
### “CAZA MEDIANTE PATRONES VISUALES DE BÚSQUEDA (Search Image)”

Ahora teníamos que averiguar por qué las nidadas no se agrupan más todavía. Sobre ello, por observaciones personales o que había leído en la literatura sobre este tema, tenía hecha mi propia composición de lugar; en particular, sospechaba una relación entre

dos fenómenos sorprendentes. Primero, había observado que la mayoría de los animales mimetizados tienen por norma vivir separados, y que muchas de esas especies presentan algún comportamiento especial que parece adaptado a impedir el apiñamiento. Segundo, era sabido que varias aves insectívoras (que con frecuencia se las arreglan para descubrir incluso las víctimas exquisitamente mimetizadas) practican lo que se ha dado en llamar “caza mediante patrones visuales de búsqueda”. Nosotros mismos habíamos visto en innumerables ocasiones cómo un pájaro descubría, por accidente, un insecto y a partir de entonces se volvía de súbito mucho más eficiente en dar con otros representantes de este tipo de víctima. Yo defendía que, de ser esto un fenómeno más general, y si dichos cazadores tendieran, asimismo, a buscar con mayor intensidad cerca del lugar donde descubrieron la primera víctima, ejercerían una fuerte presión selectiva contra aquellas especies que viven demasiado juntas; las que sepan cómo dispersarse, bien podrían obtener gran ventaja de ello. ¿Podía ser ésta una de las ventajas del territorialismo de las gaviotas? Teníamos ya algunas pistas sugestivas. Con nuestros experimentos sobre las cáscaras de huevo, habíamos descubierto que las cornejas buscan a menudo alrededor de la cáscara, y que casi siempre renuncian a dicha búsqueda cuando la cáscara está muy lejos del huevo oculto. También habíamos seguido con frecuencia rastros de zorro —testimonio de sus incursiones nocturnas—, y esto nos había enseñado que, aunque a la luz del sol no puede decirse que una nidada de gaviota esté tan bien mimetizada como, por ejemplo, una de ostrero, no era raro que un zorro pasase por alto un nido que había tenido incluso a menos de medio metro de distancia. Y en realidad, los zorros solían buscar huevos; no sólo encontrábamos muchos nidos saqueados, con huellas de zorro alrededor; también descubrimos que el zorro, una vez harto de huevos, continúa recogiendo y “escondiéndolos” —enterrándolos uno a uno, a cierta distancia del nido, tal como hacen los perros. En la semioscuridad de las noches primaverales, un mimetismo relativamente sencillo podría salvar bastantes nidos, siempre que no estén demasiado juntos.

Se emprendieron una serie de estudios con el propósito de averiguar si la mortalidad de las poblaciones muy densas de una víctima mimetizada era superior a la de las poblaciones dispersas. También comprobaríamos si al menos uno de nuestros predadores cazaba realmente mediante patrones visuales de búsqueda y, de ser así, ver si el hallazgo accidental de un nuevo tipo de víctima le hacía





Se dispusieron huevos según una distribución como la presentada en la figura, para ver si los más apiñados eran descubiertos antes que los más espaciados.

cambiar a este nuevo alimento. Realizamos primero algunos experimentos preliminares en el valle de siempre, no lejos de nuestro campamento de Ravenglass.

Como teníamos pruebas contundentes de que las cornejas eran, incluso entre las aves de vista aguda, predadores extraordinariamente capaces, decidimos concentrarnos en ellas. En una serie de experimentos a título orientativo, Monika Impekoven, Dieter Franck y yo mismo nos dedicamos a esparcir, por cada ensayo, dos conjuntos de nueve huevos bien mimetizados. Uno estaba siempre “agrupado”, con cincuenta centímetros entre los huevos; el otro, espaciado a distancias de cuatro a ocho metros. Para garantizar que las cornejas los encontrasen con facilidad (colocábamos los dos “campos de huevos” cada vez en una zona distinta del llano), dejábamos parte de un huevo, en cada uno de los grupos, sin pintar, es decir, blanco. Esperábamos que las cornejas, localizado el “huevo muestra”, continuaran buscando más, pues sabíamos que, como los zorros, acostumbraban recoger por sesión muchos más que los que podían comer. Después de saquear dos o tres, se llevaban los otros y los ocultaban en algún lugar. Y la verdad es que se comportaron como preveíamos: una vez descubierto un huevo (por lo general, aunque no siempre, el huevo muestra), reconocían la zona del primer hallazgo siguiendo una trayectoria irregular; incluso volaban de

vuelta a esa misma zona cada vez que enterraban un huevo, lo cual podían hacer a un centenar de metros de distancia.

Resultó ser cuestión de azar que descubrieran primero un campo de huevos u otro —cada cual tenía una probabilidad del cincuenta por ciento. Y mientras que en el campo agrupado daban cuenta de todos los huevos, casi invariablemente, en un brevísimo período de tiempo, descubrían a lo sumo un cuarto de ellos en las zonas donde estaban distanciados nueve metros (ochenta y dos huevos de los doscientos sesenta y uno ofrecidos en veintinueve experimentos). Cuando, en seis experimentos, presentamos huevos a cuatro metros de distancia entre ellos, descubrieron cincuenta de un total de cincuenta y cuatro ofrecidos.

### MÁS SOBRE LA “CAZA MEDIANTE PATRONES VISUALES DE BÚSQUEDA”

Alcanzado este punto, uno de los recién llegados, Harvey Croze, tomó el relevo. Decidió, en primer lugar, repetir nuestro experimento, con algunas modificaciones. Ofrecía a cornejas que se alimentaban en un prado cercano a Oxford, orugas artificiales hechas a base de una mezcla de almidón y manteca, y teñidas de un tono verde que armonizaba con la hierba. Mejoró nuestro método, no ofreciendo una muestra llamativa para atraer a las cornejas y presentando objetos-víctima según distribuciones menos uniformes; esto hacía que su sistema fuera más natural en dos aspectos. Como sus cornejas tenían menos pistas para acercarse, los experimentos de Croze requerían aún mucho más tiempo. Además, sus resultados eran bastante más variables, si bien, en líneas generales, coincidían con los nuestros: como antes, el apiñamiento estaba claramente castigado. Así pues, nos reafirmamos en que nuestras sospechas eran más o menos acertadas: las cornejas manifestaban tendencia a buscar alrededor del primer hallazgo, y renunciaban al cabo de menor número de aciertos cuando los objetos-víctima estaban dispersos que cuando estaban agrupados. Las cornejas nos maravillaban no sólo por su increíble agudeza visual, sino por su excelente memoria. Las veíamos recuperar víctimas en los escondites que habían preparado con anterioridad. Era asombroso ver con qué infalibilidad se dirigían a escondrijos tan bien cubiertos de arena, hierba u hojas que, aun cuando las habíamos visto trabajar e intentábamos memorizar los lugares, a menudo no conseguíamos encontrarlos.



Croze decidió, a continuación, ver si podía acostumbrar las cornejas a comer un tipo de alimento que él pudiera variar más fácilmente a voluntad. Contigua a nuestro valle, había una ancha franja de arena pelada, muy cubierta de guijarros de diversos tamaños, formas y colores. Croze recogió gran cantidad de conchas de mejillón vacías y las pintó de color rojizo, muy parecido al color de los innumerables guijarros de arenisca roja que había por doquier. Para atraer a las cornejas a la zona, él y su esposa Nani empezaron por esparcir trocitos de carne roja: tardaron aquéllas un día en descubrirlos. Al cabo de varios días de “sólo carne”, echaron varias conchas rojas entre los trocitos de carne; unas muy visibles, otras en posiciones más disimuladas. Para el ojo humano, esas conchas eran muy difíciles de localizar. En la primera ocasión, la espera fue en vano, pero al día siguiente las cornejas reaparecieron. Los Croze se quedaron maravillados al ver a las aves ir de aquí para allá, revolviendo una concha tras otra y descubriendo catorce de las dieciséis que tenían a su alcance. Cuando la corneja divisaba una concha, arrancaba a correr, desviándose incluso, y con frecuencia, de su trayectoria inicial; esto hizo posible determinar a qué distancia podía descubrir una concha. De ordinario, dicha distancia superaba con creces los dos metros: hazaña que nosotros mismos sólo pudimos igualar en contadas ocasiones y, por supuesto, no con su extraordinaria celeridad.

Transcurridos unos días, los Croze resolvieron comprobar hasta qué punto las cornejas se habían especializado en este tipo particular de comida. Hicieron esto diseminando conchas que diferían, en color o en forma, de los mejillones rojos. Ahora había mejillones pintados de negro mate, de azul oscuro, otra vez de ocre y de amarillo rojizo —colores todos ellos parecidos a los de las piedras que abundaban en el campo de guijarros y, por tanto, mimetizados. Para poner a prueba la preferencia de forma, esparcieron también conchas de longueirón, de berberecho, así como cáscaras de huevo de gallina; todas pintadas del mismo color rojo de los “mejillones de adiestramiento”. Para comprobar el efecto de la textura superficial, en varios mejillones rojos efectuaron finas estrías, grabadas en la espesa capa de pintura antes de que se secara. No se realizaron todos los ensayos el mismo día. En cada experimento concreto se esparcía igual número de mejillones rojos estándares que de uno de los tipos que se iba a ensayar. Los días que tocaba experimento, ninguna concha ocultaba comida. El resultado global fue que las cornejas ignoraron por completo las conchas de color ocre y las



Los Croze esparciendo conchas de mejillón pintadas para sus experimentos con cornejas.

negras; asían todas las que tenían algo de rojo con igual frecuencia que las de adiestramiento, y las azules, de manera ocasional —quizá no sea de extrañar, pues las cornejas deben conocer las conchas de mejillón naturales de la playa, que son azuladas y a veces contienen algo de comida. Respecto de las formas, las cornejas son menos selectivas. Volteaban las conchas de berberecho rojas con igual frecuencia que las de mejillón, pero menos que las cáscaras de huevo, aunque éstas todavía con bastante asiduidad. No se preocuparon en absoluto de las de longueirón. Mientras se realizaban estos experimentos, se presentó una pareja de cornejas desconocida y (quizá porque ya habían visto actuar a la pareja adiestrada) se pusieron a voltear conchas. Sin embargo, éstas eligieron, aparte varios mejillones rojos, algunos longueirones —lo que, claro está, nos confirmó que “nuestras” cornejas habían sido adiestradas, en realidad, para los mejillones rojos.

Sorprendentemente, nuestras cornejas distinguían con claridad entre conchas de mejillón estándares y conchas estriadas. Cogían estas últimas sólo la mitad de las veces que aquéllas, a las que estaban acostumbradas.



En resumen, las cornejas silvestres, después de un período de adiestramiento a conchas de mejillón estándares, mostraban una selectividad increíblemente fina, aunque no ignoraran por completo otros maniqués.

Por fascinantes que fueran estos resultados, existía un límite a lo que las cornejas silvestres podían contarnos. El principal inconveniente era que pasaban muy poco tiempo en la zona experimental y estaban (probablemente lo habían estado durante años) en continuo contacto con otras situaciones, pues obtenían buena parte de su alimentación en otros lugares: en la playa, en las dunas y en su zona de nidificación de Muncaster Fell. A los Croze les interesaba averiguar con qué *rapidez* cambiaría una corneja sus preferencias al descubrir una nueva clase de alimento. Esto sólo se podía investigar criando a mano cornejas y controlando, con sumo cuidado, sus experiencias alimentarias. Y así fue cómo, en años sucesivos, compartimos nuestro campamento con una pareja de cornejas jóvenes. Las sacamos del nido en el momento en que empezaban a asomar los cañones de las plumas, y las colocamos en una caja dentro de la *roulotte*. Más adelante (según nuestro programa), les permitimos volar por el campamento (muy poco dispuestas a abandonarlo) o las manteníamos en grandes pajareras, concediéndoles en atención a las prácticas de vuelo, unas “visitas dirigidas” por los alrededores.

Empleábamos esas cornejas para diversos fines, pero no debo perder de vista el motivo de esta exposición. Ni puedo relatar los innumerables incidentes que se produjeron, divertidos, a menudo hilarantes, molestos a veces; vaya como advertencia a quienes pudieran estar pensando en criar cornejas como animal doméstico: ¡con una corneja al lado, la vida nunca es aburrida! Eso sí, tendrá que poner a muy buen recaudo el dinero y las llaves del automóvil.

Anualmente, una vez nuestras cornejas domésticas habían revoloteado por los alrededores, con eficacia creciente, durante un par de semanas, empezaban a buscar comida por su cuenta. Entonces los Croze iniciaban sus experimentos. Había un “valle de guijarros” muy a propósito, justo al otro lado de la loma que dominaba nuestra base por detrás. Mientras se retenía a las cornejas en el campamento, Croze partía a hurtadillas y esparcía conchas de mejillón de diferentes colores, cada una de las cuales cubría un trocito de carne. Regresaba luego al campamento, soltaba su corneja y volvía al valle con el ave posada en el brazo o, más adelante, siguiéndole en vuelo. El experimento, más elegante, sacaba partido de que, en la naturaleza, las cornejas jóvenes se reúnen, impacientes, con sus

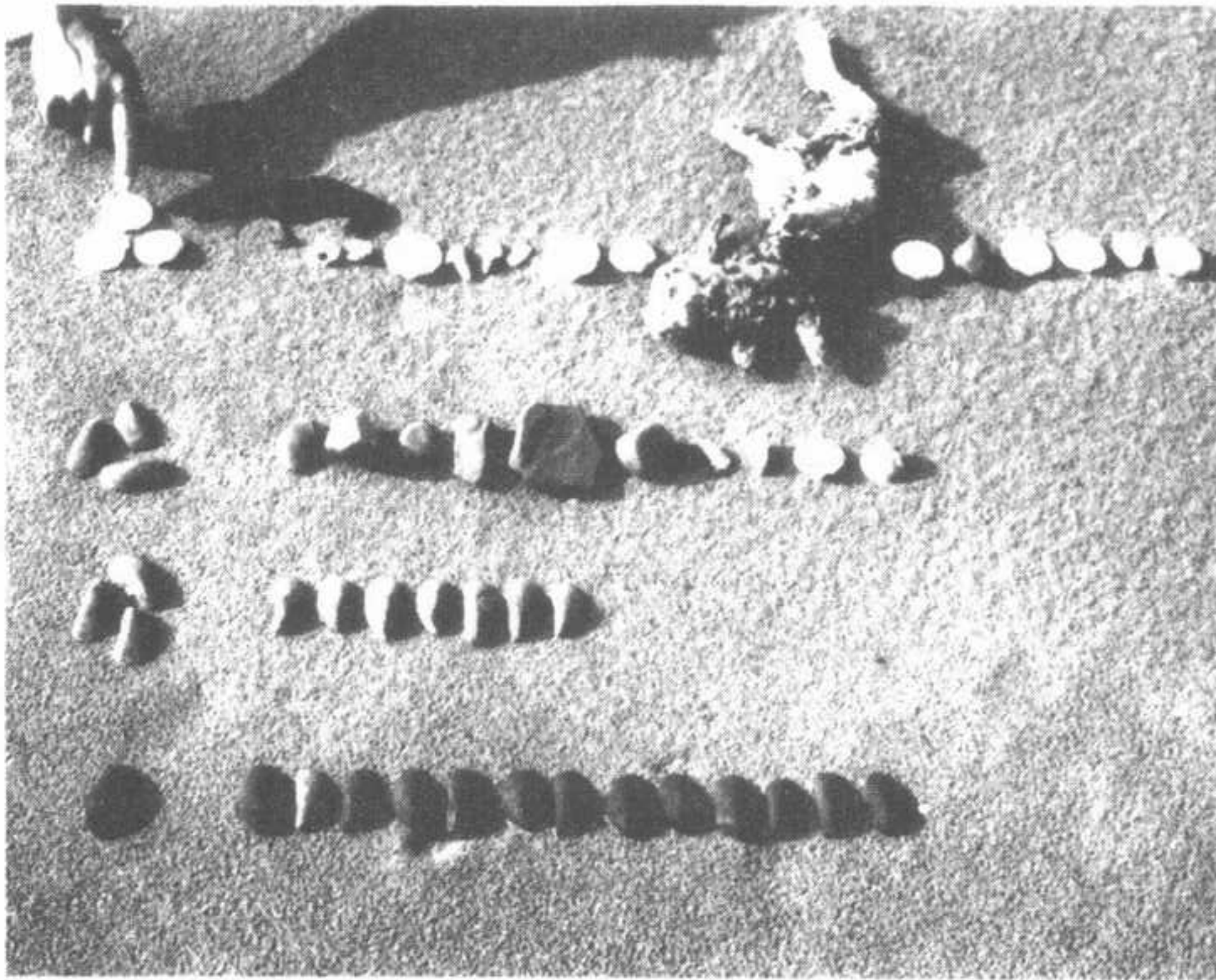


Nuestro despertador biológico: ¡las cuatro de la madrugada!

padres siempre que éstos encuentran comida. Como Harvey era el padre reconocido, sólo necesitaba señalar una concha para que la corneja fuera a toda prisa hacia ella y le diera la vuelta. Si se dejaba entonces a la corneja obrar por su cuenta, tarde o temprano empezaba a pasearse por el valle y a voltear algunas de las conchas que Harvey había esparcido con tanto cuidado.

El proceder de “Abendego” (nuestras cornejas tenían nombres muy rebuscados) en tres días consecutivos de pruebas fue bastante característico. Primero se le enseñó —en tres ocasiones— un berberecho cebado. Reaccionó dirigiéndose a otros objetos blancos (algunos con formas bastante distintas), se distrajo un rato entre los irresistibles restos de un conejo y continuó girando berberechos blancos hasta que se hartó. Al día siguiente se le mostró, de nuevo por tres veces, un mejillón de color ocre, y salió en busca de objetos de color ocre —al principio sólo piedras, luego, decepcio-





Resultado de un experimento con nuestra corneja "Abendego". La mano señala lo que se le mostró y con qué frecuencia; cada fila, a la derecha, muestra lo que eligió.

nada, a lo que recordaba del día anterior: berberechos blancos. Cuando se le mostraron, una vez más, tres mejillones de color ocre, "captó el mensaje" y volteó siete conchas de ese color. Al día siguiente, Croze le indicó una concha roja, tras lo cual "Abendego" dio testimonio de lo que las cornejas son capaces de hacer: se pasó de inmediato al rojo y vació todas las conchas rojas del valle.

Habíamos recorrido un camino bastante largo desde el punto de partida: si la costumbre de las gaviotas de anidar más o menos espaciadas podía formar parte de un mecanismo de defensa contra los predadores que cazan por patrones visuales de búsqueda. Los estudios sobre el comportamiento del predador fueron muy esclarecedores a este respecto; todos los datos indicaban que las cornejas, como mínimo, cazan de la forma que habíamos sospechado. Por supuesto, si fuera ésta la única presión a que las gaviotas han de adaptarse, a no dudarlo, les sería beneficioso criar aún más apartadas —como hacen, de hecho, las avefrías, ostreros y tantas otras

aves no coloniales. Mas, como hemos visto, las gaviotas también sacan provecho de anidar en colonias y, como buscan el sustento lejos de la zona de reproducción, no necesitan —como es el caso de muchas aves solitarias— reservarse un territorio de alimentación alrededor del nido. Así pues, dimos en considerar la distribución de los nidos de nuestras gaviotas como un compromiso entre las ventajas de la reproducción social y los inconvenientes de anidar demasiado juntas.

## LOS LUGARES DE NIDIFICACIÓN Y LAS "ESPANTADAS"

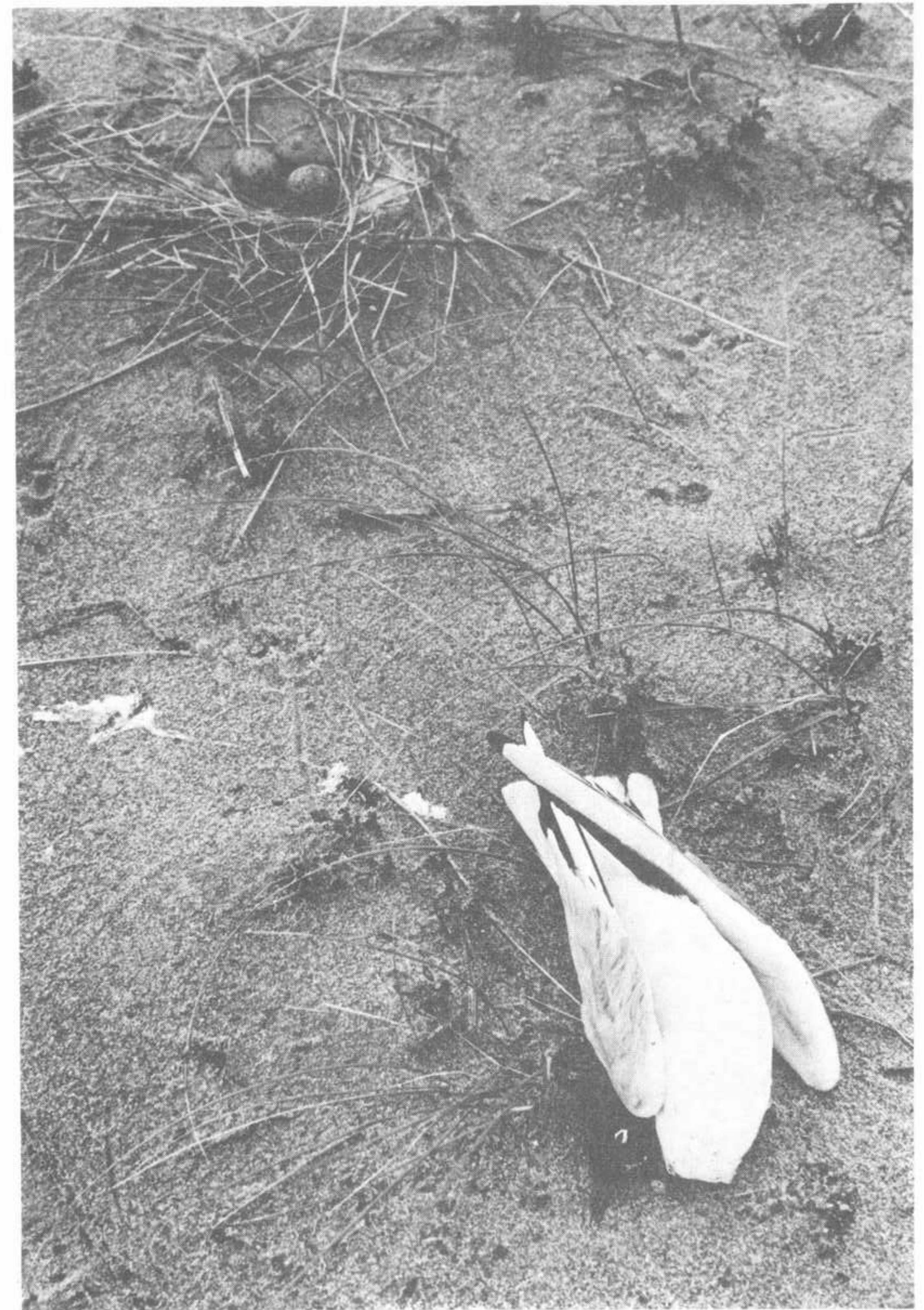
Mientras tanto, habíamos estado estudiando otros aspectos del sistema defensivo desarrollado por las gaviotas reidoras contra los predadores. Desde hacía años se sabía que muchas aves marinas —las que se deciden por aguas abiertas, playas o terrenos despejados— manifiestan, cada primavera, cierta renuencia a establecerse en los territorios de reproducción. Como describí con anterioridad, esto también es aplicable a las gaviotas reidoras, incluso cuando anidan en espacios relativamente abiertos, como islitas de lagos poco profundos. Las de Ravenglass no eran una excepción. Durante febrero y marzo, se reunían en gran número en la playa y los llanos fangosos que circundan la colonia, pero no sería hasta cierto día espléndido de mediados de marzo que darían, de repente, el paso decisivo y ocuparían de una vez, por centenares, incluso por millares, las dunas. Desnudas y desoladas un momento antes, las colonias se convierten de improviso en escenario de una actividad frenética; de luchas, paradas y gritos provenientes, en su mayoría, de machos en defensa de su nuevo territorio, sin excluir los de ambos sexos como parte del proceso de formación de la pareja. Sin embargo, en esos tempranos días primaverales, la más mínima perturbación —un peregrino en la lontananza, uno de nosotros que apareciera por la remota cresta de una duna, incluso un movimiento brusco de alguna de las propias gaviotas— provocará una "espantada". Todas las aves emprenden el vuelo, emitiendo con frecuencia gritos de alarma, y dejan pasar un buen rato antes de posarse de nuevo. A lo largo de la temporada, las espantadas van siendo cada vez menos habituales y pronto desaparecen por completo. Esto no obedece sólo a que las aves se acostumbran al lugar de nidificación, pues, avanzada ya la estación, cuando los polluelos están medio crecidos, las espantadas aparecen de nuevo, y entonces su frecuen-



cia y duración aumentan de día en día. Existe, obviamente, un ciclo estacional en la preferencia de hábitat, y no cabe sino concluir que, a menos que la presencia de los adultos en el suelo sea absolutamente necesaria, evitan los andurriales de la colonia. Esto llega al extremo de que el adulto no pasará la noche en el nido hasta que en él aparezca el primer huevo —mientras tanto, todas las gaviotas se retiran a las playas abiertas en cuanto cae el crepúsculo.

Siempre había creído que esas espantadas eran una medida de seguridad; mi argumento era que, mientras el emplazamiento del nido tenía que estar en tierra (y a menudo casi abierto), en interés de las *polladas*, el hábitat de reproducción, donde colinas, árboles o simples barrones obstruyen la visión, podía ser bastante peligroso para los *adultos*, porque los predadores podían andar al acecho sin ser vistos. ¿Pero cómo comprobar esta hipótesis? Gracias a una feliz coincidencia, Ravenglass nos brindó la oportunidad de recoger alguna información al respecto. A finales del decenio de 1950 y principios del siguiente, percibimos señales de un fuerte saqueo por zorros. Esto nos llamó la atención cuando, en 1959, hubo ocasiones en que encontramos docenas de gaviotas volantonas yaciendo en un lugar u otro de la colonia. Los rastros en la arena ponían de manifiesto que era obra de un zorro.

Esto nos devolvió a un antiguo arte humano: leer e interpretar pistas de animales. Todas las mañanas, al alba, dábamos un lento paseo por las colonias, prestando especial atención a los rastros de zorro. No tardamos en descubrir que el número de éstos era mayor que el que suponíamos, y que al menos uno era un especialista en gaviotas y sus *polladas*. Ocasionalmente nos encontramos, a veces en la playa, luego en la colonia, con docenas de gaviotas adultas muertas, yaciendo por doquier, con huellas de zorro que denotaban, a las claras, quién había sido el culpable. Descubrimos, asimismo, que los zorros capturaban grandes cantidades de huevos, que “escondían” muchos de ellos y que los pollitos eran literalmente exterminados por centenares. En 1962, la producción de la colonia en términos de volantones fue tan baja que creímos necesario alertar al comité de gestión de la reserva ante la posibilidad de que las *gavioterías* pudieran declinar de no tomarse medidas contra los zorros. Hans Kruuk, interesado en particular por el saqueo, calculó que ese verano, adultos y cachorros sumados, había no menos de quince zorros en esta zona relativamente pequeña. La Nature Conservancy se mostraba reacia a intervenir y nos pedía, en cambio, que aprovecháramos la oportunidad para averiguar más acerca de



Gaviota muerta en su nido por un zorro, y luego abandonada.

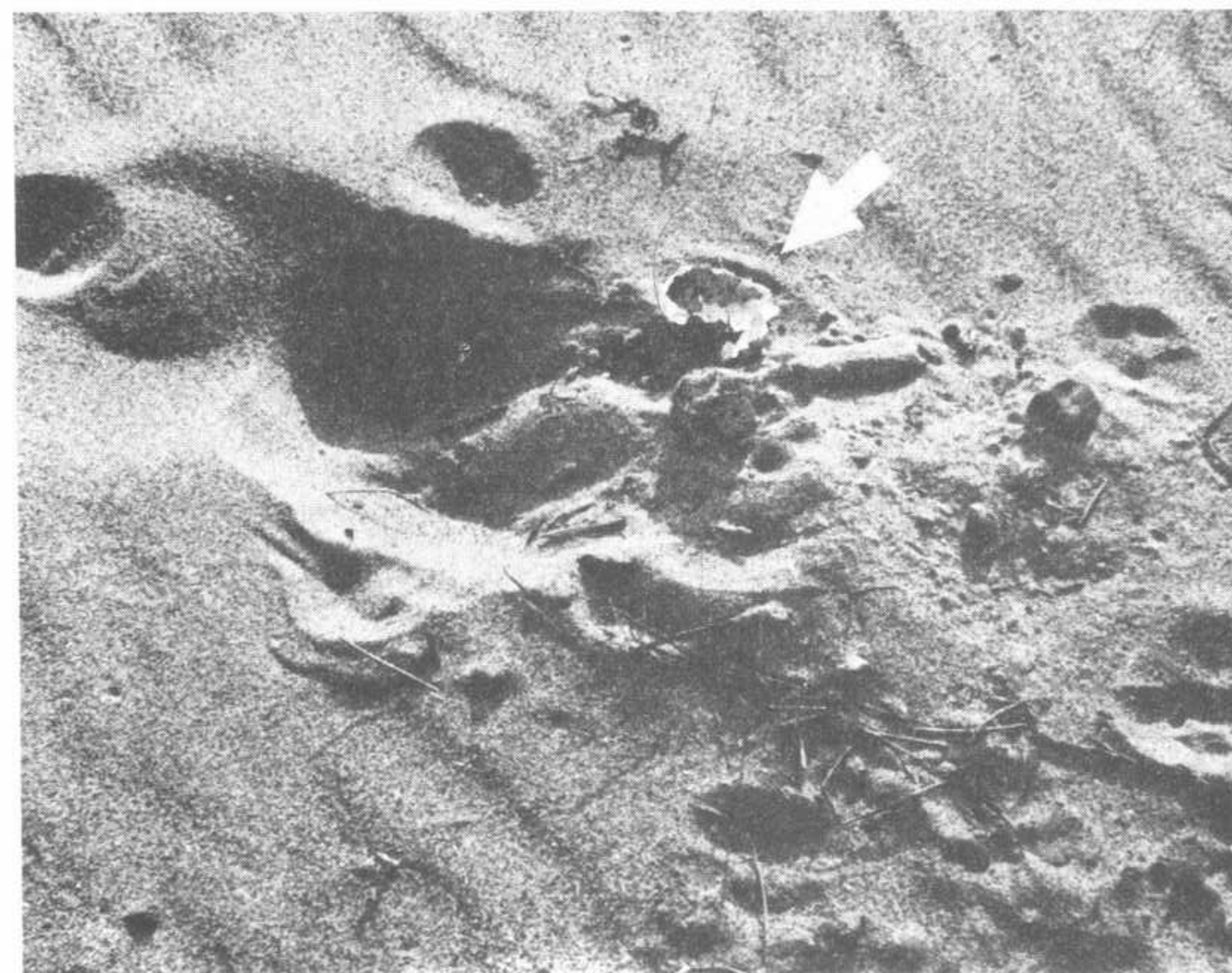
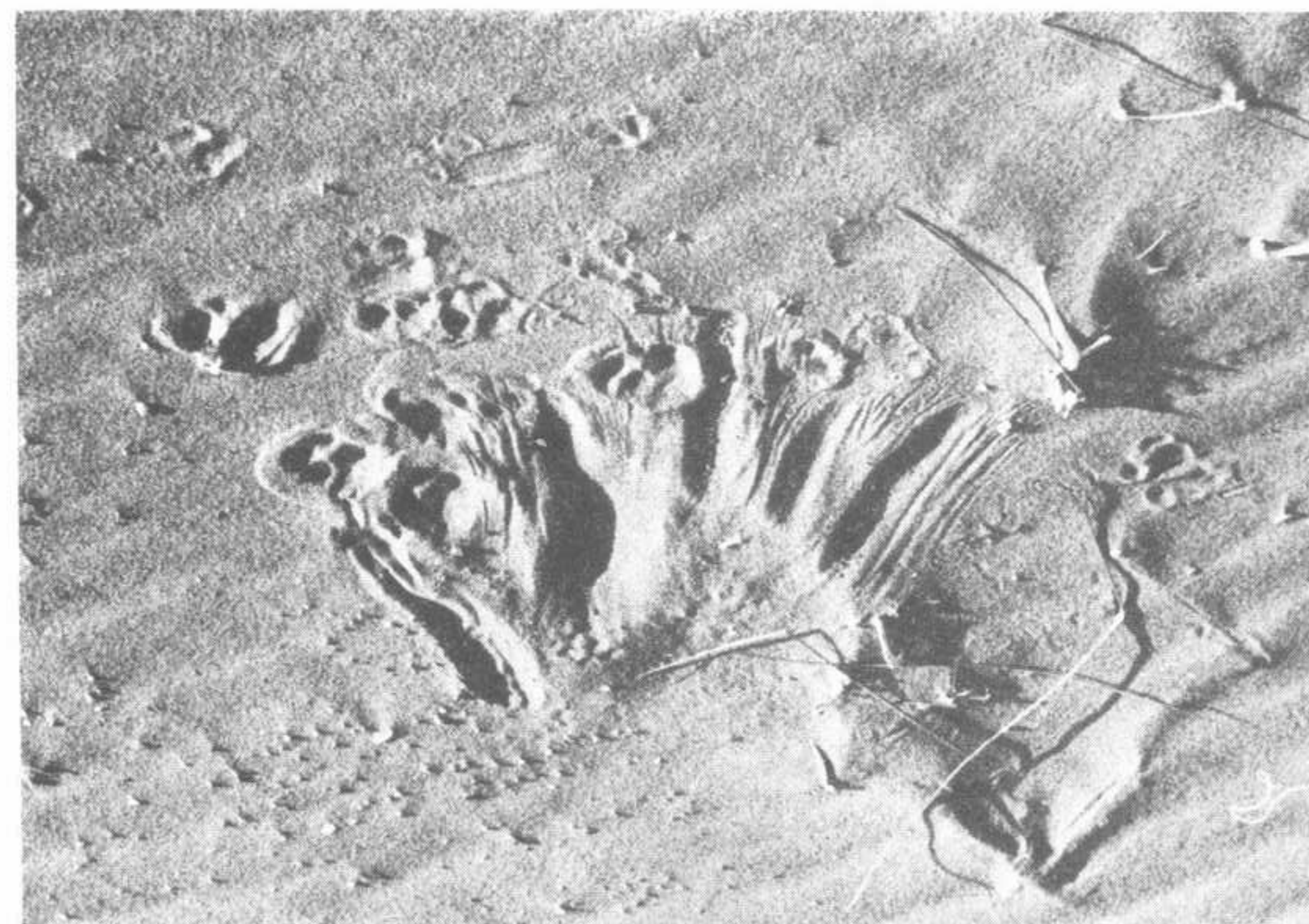


los zorros. Kruuk fue el único que se alegró de hacerlo; su trabajo reveló muchos extremos de gran interés sobre el saqueo, así como sobre las defensas de las gaviotas para contrarrestarlo. Entra la profusión de observaciones, los datos de mortalidad son de particular interés para nosotros. Al comienzo de la estación, antes de que las gaviotas empezaran a pasar la noche en la colonia, pocos eran los adultos capturados; y los que lo eran, lo fueron en los posaderos nocturnos de la playa. Esas muertes seguían una pauta. Muchas mañanas, aunque se veían huellas de zorro por toda la playa, no



Las huellas de un zorro llevan a las colonias de gaviotas.

El zorro escondió aquí los huevos robados. Mediante movimientos del hocico, echó arena sobre ellos; incluso pueden verse las marcas de los bigotes. Tiempo después, excavó y se comió uno de los huevos ocultos. La flecha apunta a un trozo de cáscara.







Remolcamos este zorro disecado (con una gaviota muerta en la boca) a las proximidades de la zona de nidificación de las gaviotas para estudiar su comportamiento de acoso.

aparecía ni una sola víctima. Pero cuando Kruuk hallaba gaviotas muertas, había por lo general varias, y en ocasiones, muchas. Avanzada la estación, también se localizaban adultos muertos en la colonia, y aquí, una vez más, se observaban considerables variaciones en la frecuencia: unas mañanas no se veía un solo muerto; otras, abundaban. La matanza más increíble fue la del 5 de mayo de 1963, cuando aparecieron, dispersos por la colonia, doscientos treinta

adultos muertos. La solución a este misterio llegó cuando examinamos los datos meteorológicos. Todas las matanzas se habían producido en torno al novilunio, y sólo en noches de cielo muy cubierto, a menudo lluviosas. Fuera de la colonia, las gaviotas sucumbían exclusivamente durante esas noches. En la propia colonia, los zorros, aunque cazaban muchas más gaviotas en las noches oscuras, en las otras también podían atrapar algunas. Si bien hemos hallado, en suma, unos quinientos adultos muertos, la verdad es que no estamos en condiciones de afirmar con seguridad que la playa sea un lugar menos peligroso que la colonia —para lo cual, no sólo habríamos de comparar los muertos totales habidos en ambos hábitat, sino que deberíamos relacionar aquéllos con el número de gaviotas existentes, y con la acometida de caza hecha por los zorros. Con todo, los datos apuntan firmemente a que las gaviotas corren, en realidad, un riesgo bastante considerable cuando pasan la noche en el nido, y que las espantadas tienen, por tanto, un sentido funcional.

## LA “EXPLOSIÓN DE LOS HUEVOS”

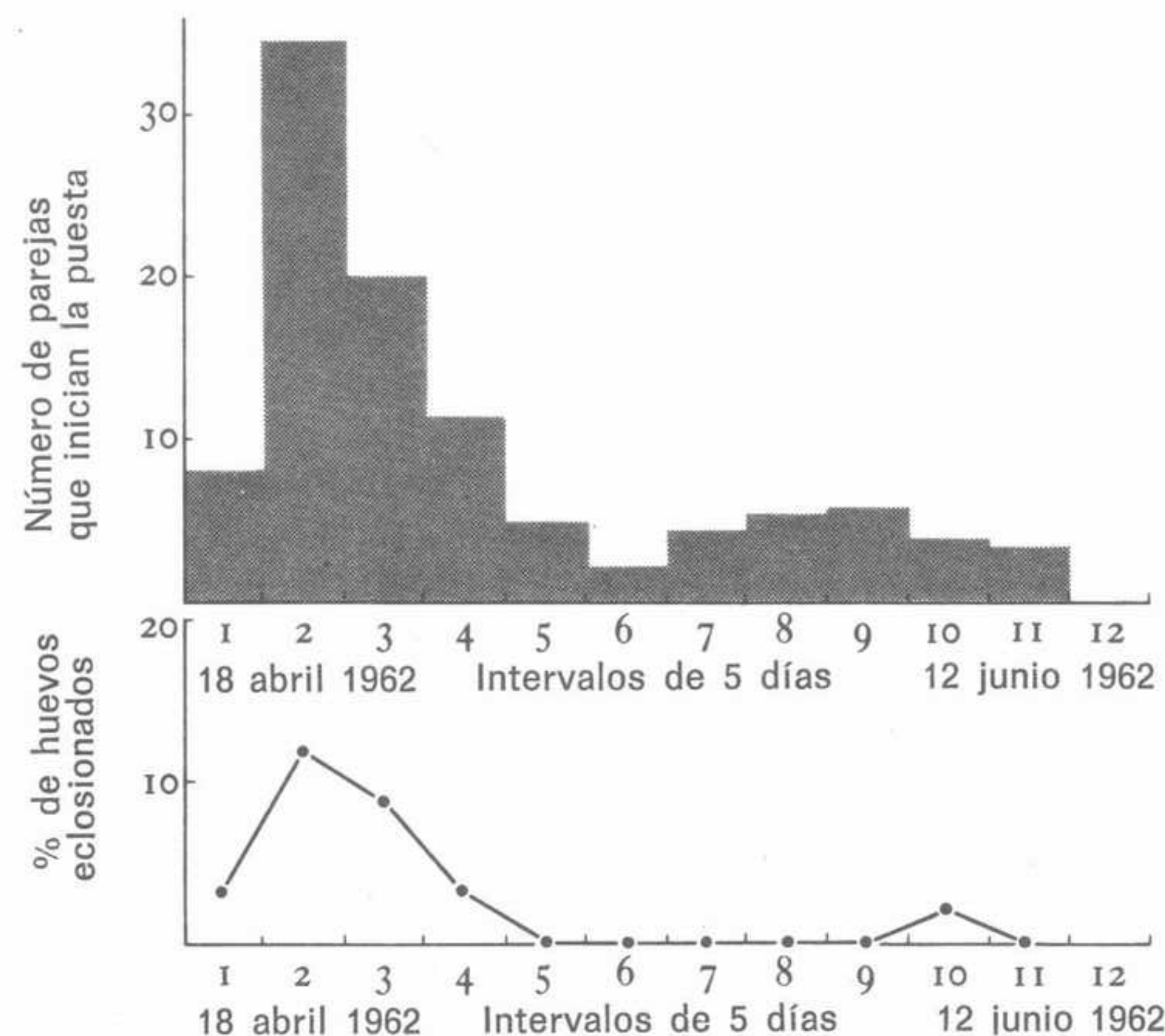
Por último, merece un breve comentario otro dispositivo anti-exterminio. Ya había impresionado a Colin Beer —quien pasó tres temporadas con nosotros estudiando el comportamiento de incubación en las gaviotas— que los habitantes de las *gavioterías* no llegasen nunca todos de una vez. Al contrario, tendían a concentrarse de forma gradual en los alrededores durante todo febrero, marzo e incluso principios de abril. En cambio, las fechas en que todas esas aves ponían sus huevos, caían en un período relativamente corto de la segunda quincena de abril —el comienzo de la puesta mostraba una sincronización extraordinaria. Se sospechaba, aunque en nuestra especie no estuviera probado, que esto era el resultado de un notable mecanismo social: mediante sus paradas, las aves influyen en el ritmo hormonal de sus vecinas y, consecuentemente, en su comportamiento reproductor. Patterson decidió averiguar qué posibles beneficios podía reportar semejante casi sincronización —o, planteado en otros términos, qué irá mal, y por qué motivos, para los miembros de la colonia que no se comporten como la mayoría. Durante dos temporadas, marcó gran número de raspaduras de nidificación en diferentes puntos de la colonia y registró la fecha en que los huevos eran depositados en tales nidos. En ambas estacio-



nes, el “máximo de la puesta” fue verdaderamente discontinuo. Acto seguido, procedió a comprobar el éxito de los “reproductores tempranos”, de los “reproductores del máximo” y de los “reproductores tardíos”. Quedó bastante claro que, al menos hasta cuando pelechan, las polladas de las aves más sincronizadas medran mejor. Como Kruuk estaba estudiando, al mismo tiempo, el saqueo de la colonia, Patterson pudo afirmar sin reservas que la mayor mortalidad de las aves no coincidentes con el máximo se debía, en gran parte, a los diversos predadores. Éstos no sólo eran disuadidos mejor mediante los ataques en masa de los reproductores del máximo; se veían, asimismo, “abrumados” por el desmesurado número de polladas sincrónicas. Aunque, como hemos visto, los zorros capturaban muchos más huevos y polluelos que los que podían comer de una vez, cada una de esas “polladas del máximo” se beneficiaría de tener multitud de polladas alrededor que podrían ocupar, entretejer y saciar incluso al predador más porfiado.

Por una combinación de circunstancias, en 1965 tuvimos que interrumpir nuestro trabajo en Ravenglass, trasladarnos a otro lugar y dirigir nuestra atención a otros animales. A pesar de que la investigación había abierto más interrogantes que no contestado, estábamos convencidos de que nuestros estudios combinados nos habían permitido ver, con mayor claridad, por qué las gaviotas reidoras son tan distintas de las demás gaviotas, cuán distinto es el “nicho” en que viven —su hábitat, alimentación, predadores a que están expuestas, etc.—, y hasta qué punto su comportamiento y su coloración están adaptados a este nicho particular —en resumen, cuán competentes son.

Vislumbramos también algunas disonancias, algunos ejemplos de incompetencia. Por ejemplo, las gaviotas de la isla Scolt Head elegían los lugares bajos de las marismas y pagaban por ello la pérdida de sus polladas durante las mareas de primavera. Las de las dunas arenosas de Ravenglass no podían defenderse de las enormes poblaciones locales de zorros —que, obviamente, vivían como reyes en la reserva, donde sus propios predadores (en tiempos preteritos quizá el lobo y hoy día, por supuesto, el hombre) ejercían sobre ellos una presión suave, y donde las gaviotas anidaban en un hábitat que les era de fácil acceso. Llegamos a la conclusión, refrendada por otros muchos indicios, de que ni las marismas mareales, ni las dunas de arena son hábitat óptimos para esta especie; la gaviota reidora es un ave básicamente de pantano, que se ha adaptado a anidar en las islas. Con la desecación de las zonas húmedas interio-



La seguridad en cifras. Los huevos de nidadas del máximo tienen una probabilidad mucho mayor de sobrevivir que los de nidadas más tempranas o más tardías.

res, han desaparecido sus mejores hábitat. Al mismo tiempo, disponer de mayores recursos alimenticios (siguiendo el surco del arado y, en general, viviendo de los despojos de nuestra opulenta sociedad) fue causa de una “explosión demográfica”. A nuestro juicio, estos dos cambios han obligado a las gaviotas a trasladarse a nuevos hábitat, en algunos aspectos no del todo ideales.

Dos años antes de que cerráramos nuestras investigaciones en Ravenglass, la población de zorros experimentó una merma espectacular. En lo sucesivo, hicimos visitas ocasionales a los antiguos territorios de caza, y siempre aprovechábamos la oportunidad para leer los rastros de las dunas. Para nuestra satisfacción, descubrimos



que un enorme zorro había sobrevivido a la campaña de exterminio. Por un tiempo estuvo solo, pero de vez en cuando se le unía un individuo más pequeño, presumiblemente una raposa, y al cabo de unos años aparecieron, a mediados de verano, huellas de cachorro. Sin embargo, ninguno de estos últimos zorros se concentró nunca tanto en las gaviotas. El viejo macho era, si acaso, un especialista en conejos; los demás se dedicaban a las gaviotas y los huevos pero sólo de forma esporádica. Las *gavioteras*, reducidas a unas ocho mil parejas a comienzos del decenio de 1960, han pasado desde entonces a bastante más de diez mil parejas, y por lo que podemos ver, van todavía en aumento, lo mismo que los efectivos de algunas otras aves, como el charrán patinegro, la serreta mediana y el charrancito. Todo esto tiene su fundamento en una sabia y activa gestión. El nuevo director, J. Rose, sigue, en estrecho contacto con la Nature Conservancy, la Lake District Naturalists' Trust y el propietario de la reserva, una política de vivir y dejar vivir. Determinadas zonas de la reserva tienen el acceso prohibido a los visitantes, y toda ella permanece cerrada durante el momento de máxima eclosión, con lo que la península de Ravenglass —lugar siempre hermoso y fascinante— es más rica y más bella que nunca. Todavía la visitamos con cierta regularidad; en nuestros paseos por el estuario, entre las dunas o a lo largo de la playa del Mar de Irlanda, casi a cada paso acuden a nuestra mente gratos recuerdos —toda la región ha “cambiado” con nuestras pasadas experiencias.

En estos capítulos apenas si he podido describir, perfilar simplemente, lo esencial de nuestros hallazgos sobre las gaviotas reidoras. No hay espacio para escribir acerca de, por ejemplo, el fascinante trabajo de Mike Norton-Griffiths sobre los ostreros, o los estudios de Juan Delius sobre la alondra común, o los miles de pequeños incidentes que presenciamos durante toda aquella época. Al regresar un año y otro año al mismo sitio, se fue desarrollando en nosotros el mismo sentimiento de estar en casa —aunque siempre con la sospecha de que ocurrirán cosas nuevas— que embarga al cazador que también año tras año se recrea en su querido y familiar coto. Con el cazador, el biólogo de campo comparte esa curiosa experiencia tan sentidamente narrada en *El viejo y el mar* de Hemingway: la profunda satisfacción de haber burlado a la víctima mezclada con una viva percepción de la dignidad de aquélla. Esta combinación de sentirse en casa y de haber tenido éxito crea, con el transcurso de los años, esa profunda sensación de apego al territorio familiar que sólo los cazadores tienen el privilegio de conocer.

## X. LOS MORADORES DE LOS ACANTILADOS

Poco después de haber emprendido la investigación sobre la gaviota reidora, empezamos a buscar posibilidades de ampliar nuestro examen a otras especies. Varios miembros de nuestro grupo fueron al extranjero. Entre ellos, Martin Moynihan se embarcó en el proyecto más ambicioso: una descripción pormenorizada de las paradas de tantas especies de gaviota como fuera posible; y, por ser norteamericano, lo hizo principalmente en el Nuevo Mundo. Por mi parte, aprovechaba las oportunidades que a veces se me presentaban mientras enseñaba en el extranjero, para conocer al menos algunas especies exóticas, como la gaviota de Hartlaub (un pariente de cabeza negra sudafricano de la gaviota reidora) y varias especies americanas. Otros investigadores, no miembros de nuestro propio grupo, se interesaron por algunas gaviotas muy especializadas que viven en lugares remotos, y se publicaron trabajos notables sobre, por ejemplo, la gaviota marfil, la pequeña gaviota de Sabina y la curiosa “gaviota argéntea” de cara negra que vive en las costas del océano Índico, llamada de Hemprich.

Pero el grueso de nuestro trabajo había que hacerlo más cerca de casa, y entre nuestras especies autóctonas estaba la atractiva, en gran parte oceánica, gaviota tridáctila, que nos interesaba mucho porque, por lo poco que habíamos visto hasta entonces, parecía muy diferente en muchos aspectos de la argéntea y sus allegados, así como de la reidora.

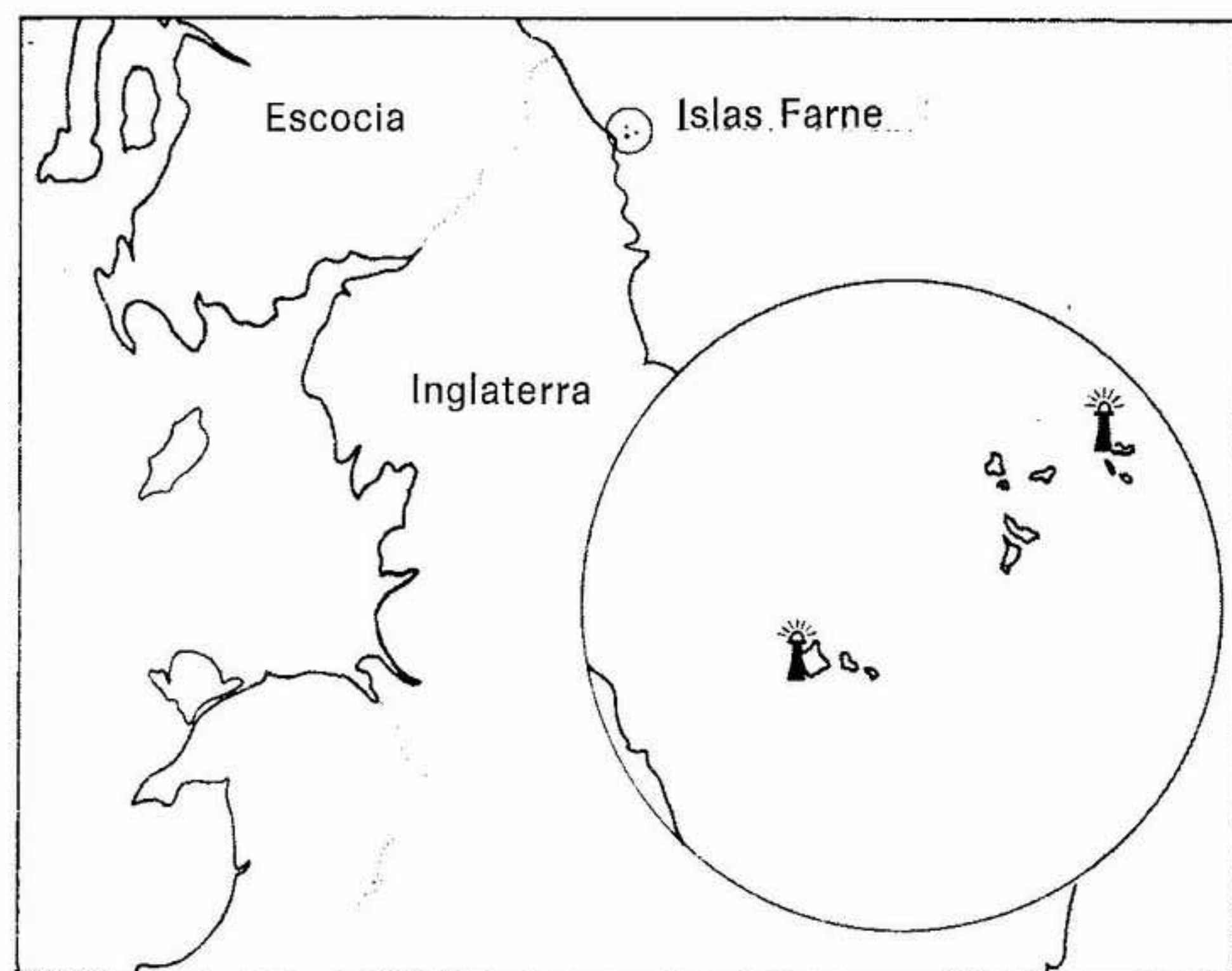
### LAS ISLAS FARNE

Cuando estábamos considerando las maneras y medios de sacar adelante este proyecto, conocimos a Eric Ennion, el célebre na-



turalista y pintor, a la sazón director del Monks' House Bird Observatory de Northumberland. «Si tanto les interesan las aves marinas, ¿por qué no vienen a las islas Farne? —comentó. Están sencillamente plagadas de aves, además vivimos en la costa justo delante de ellas —y comenzó a enumerarlas—: cormorán moñudo, cuatro especies de golondrina de mar, éider, fulmar, frailecillo, alca, arao común, ostrero, gaviota argéntea, gaviota sombría, gaviota tridáctila. —Y cuando recuperó el aliento de nuevo, añadió—: y ya pueden dejar las paranzas en casa, porque son tan dóciles como gallinas.» Esto sonaba a fábula, pero pronto vimos por nosotros mismos que era verdad.

Por entonces apareció Esther Sager (hoy día Esther Cullen) de Basilea, Suiza. Deseaba acometer este proyecto, así que después de pasar unas semanas con nosotros para familiarizarse algo con las gaviotas reidoras, decidimos seguir la sugerencia de Ennion. Fue un radiante día de junio de 1952 cuando hicimos nuestra primera visita a las islas Farne; salimos del pequeño puerto mareal de Seahouses en uno de los *cobles* empleados por los pescadores locales para la pesca de cangrejos y langostas. Nos acercábamos a un grupo de islotes próximos a la costa, a escasa media milla de aquélla, cuando empezamos a ver las primeras aves marinas. Imponentes alcatraces



de immaculado plumaje blanco, con las puntas de las alas negras, pasaban por delante de nosotros en majestuoso vuelo, zambulléndose de vez en cuando en las aguas para cobrarse su portazgo de innumerables pececillos. Veíamos a los cormoranes grandes y moñudos volar a toda prisa, algunos de ellos transportaban enormes haces de algas a sus nidos en los lejanos acantilados. Gaviotas tridáctilas y diversas golondrinas de mar nos deleitaban con su enérgico y elegante batir de alas. Las focas grises estiraban el cuello fuera del agua para echar una ojeada a nuestra embarcación antes de desaparecer nuevamente bajo el agua. Cerca de las islas, el mar estaba cubierto por completo de frailecillos, araos, alcas y éideres.

Inner Farne era la isla donde, según nos dijeron, el comité de las islas Farne planeaba establecer un centro de investigación de campo. A los investigadores visitantes se les proporcionaría alojamiento en el piso alto de una antigua torre medieval, de modo que podrían permanecer en la isla durante semanas. Allí mismo decidimos ser los primeros investigadores visitantes. Esther Cullen, que quedó prendada de la gaviota tridáctila con sólo verla, decidió hacer un estudio minucioso de sus costumbres. Como veremos, los resultados de su trabajo fueron aún más sorprendentes de lo que habíamos esperado. Su marido, Mike Cullen, aprovechó la ocasión para estudiar el charrán ártico en una colonia con más de mil parejas.

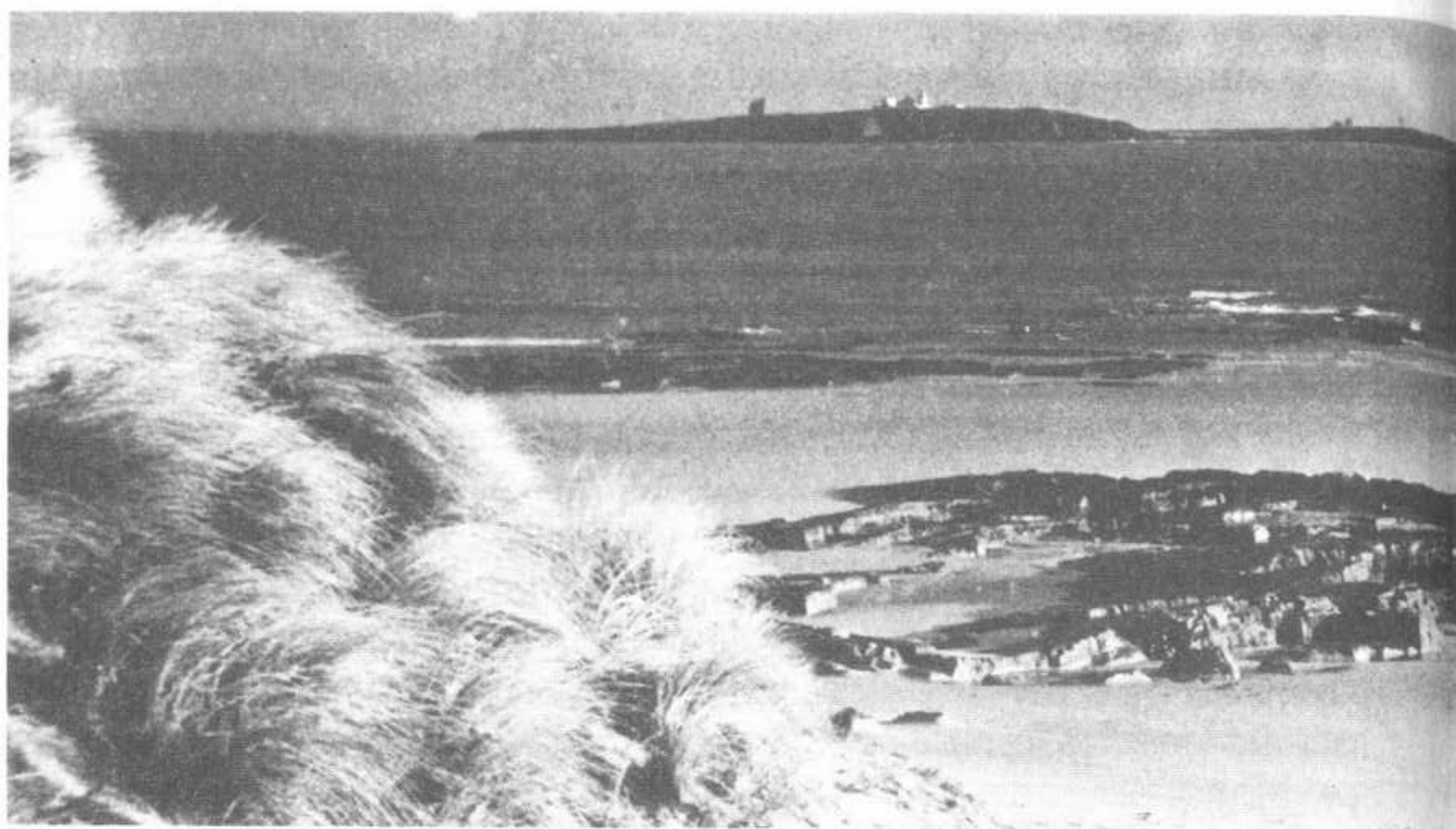
Los Cullen pasaron allí un total de tres temporadas, por lo común desde comienzos de marzo hasta agosto. Yo les hacía visitas de quince días, varias veces por temporada, y me dedicaba a ayudarles en lo que podía, y a realizar fotografías y películas de sus investigaciones.

## LA VIDA EN LAS ISLAS

La vida en las islas era deliciosamente sencilla. Con frecuencia nos levantábamos al asomar el primer rayo de sol, tomábamos una taza de café, un pedazo de pan y salíamos hacia el acantilado. Mike Cullen, cuyos charranes no llegaban hasta comienzos de verano, se pasaba los dos primeros meses de cada temporada estudiando los cormoranes moñudos.

Observar aves de acantilado es una faena gélida. Aunque helaba en contadas ocasiones, una temperatura de 4 °C puede reducir al observador a un estado miserable cuando va acompañada de cielo





Las islas Farne vistas desde tierra firme en Monks House.

cubierto, viento y lluvia. La primera hora se podía aguantar; luego el frío empieza a calar lenta pero imparablemente; y no cabe hacer nada para darle el alto, pues observar este tipo de aves equivale a permanecer quieto. Íbamos provistos de ropa gruesa: capas y capas de lana, un abrigo tres cuartos encima, enfundado a su vez en otro impermeable. A fin de conservar las manos con calor suficiente para poder escribir con rapidez, llevábamos gruesos guantes forrados de piel; con todo, al cabo de cuatro horas de observación, ni una sola de nuestras articulaciones funcionaba como era debido. A la larga, Esther dio con la solución ideal: embutida en todas aquellas ropas, se introducía en un saco de dormir, balanceándose precariamente en el borde del acantilado, y se las arreglaba para meter asimismo una botella de agua caliente. ¡Estábamos a todo *confort*!

Transcurridas las primeras horas del día, hacíamos un alto, con el permiso de las aves. Camino de la torre, manteníamos los ojos muy abiertos por los canoros migradores que pudieran andar por los alrededores. Ya arriba, era cosa de minutos poner el infiernillo en marcha; disfrutábamos pausadamente del desayuno, observando a través de la ventana el mar abierto y la franja costera que teníamos ante nosotros. Se podría escribir un libro con sólo las cosas que veíamos desde esa ventana; las focas salían con su pesca, hosti-



gadas por vociferantes gaviotas; los alcatraces pescaban al pie mismo de la costa; los ostreros libraban sus batallas en las rocas; los chorlitejos grandes anidaban no lejos de la ventana; los éideres se establecían por docenas en nuestro patio trasero, sentándose, pacientes, durante un mes, al cabo del cual sacaban, como por arte de magia, de debajo de su amplio vientre, una nidada de encantadores y suaves patitos.

Después de desayunar, cumplidas las diversas tareas domésticas, pasábamos el resto del día en los acantilados o en cualquier otro lugar de la isla. Una canoa plegable nos permitía efectuar ocasionales visitas a las restantes islas.

La torre tenía sus inconvenientes. En el piso anterior al nuestro, vivían los guardas desde principios de mayo en adelante. Estábamos separados de nuestros vecinos por un sencillo suelo de tablo-nes no muy bien ajustados, y no podían menos que oír nuestro diario ir y venir. Peor aún, toda el agua que se nos caía al suelo, se colaba por las rendijas en un abrir y cerrar de ojos, llegando a nuestros oídos voces de protesta en cuanto apartábamos un balde con el pie. De juzgar por esto, se creería que nuestros vecinos vivían en constante terror a nuestras personas. En conjunto, sin embargo, nos portábamos bien y nuestros vecinos eran tolerantes por demás. La

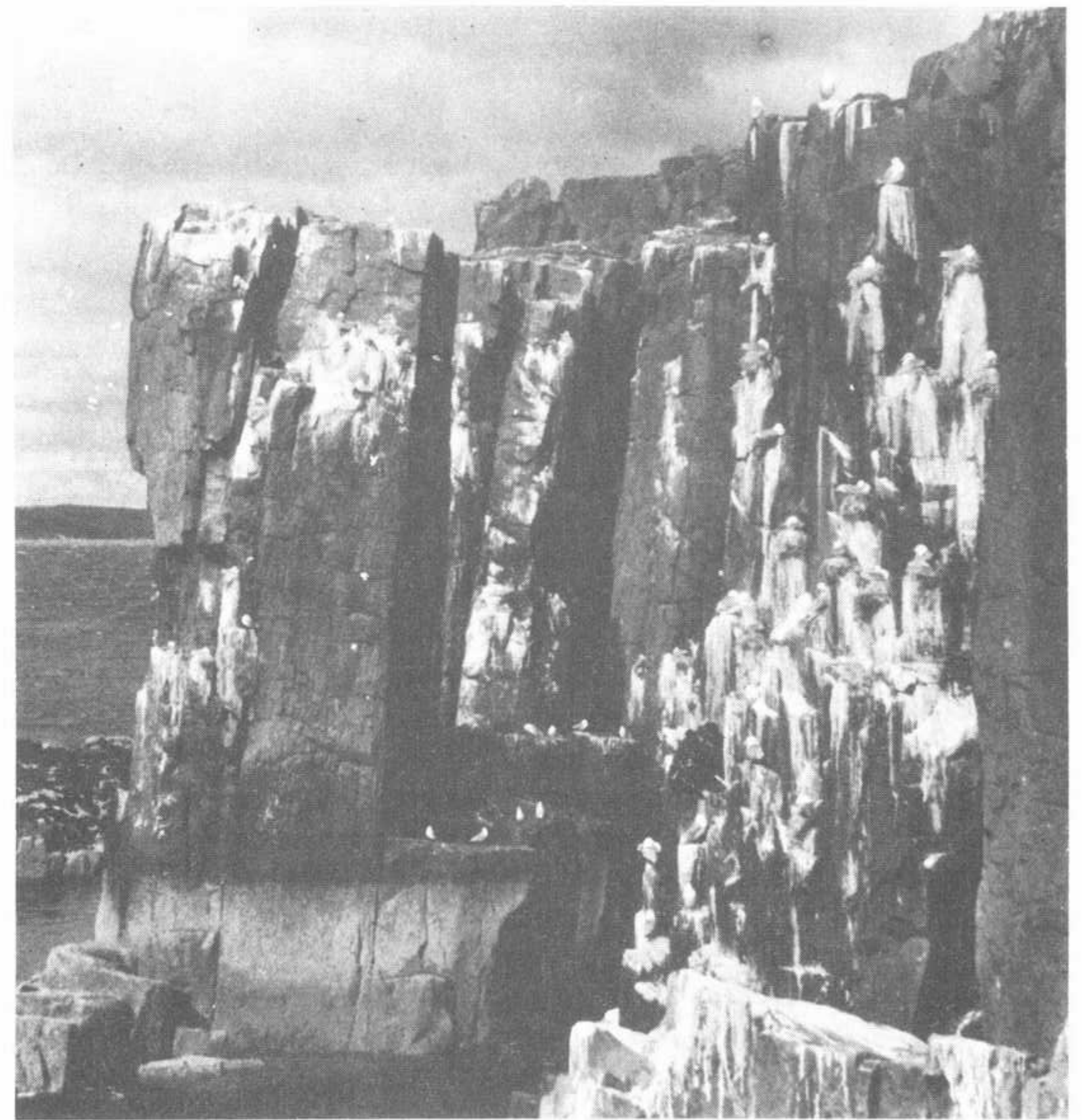


cosa llegó a declarada gratitud después de habernos reunido durante una semana con colegas de otra universidad, que, no obstante ser personas inteligentes, no parecían comprender la relación causal entre nuestro ir de aquí para allá con botas claveteadas a las cuatro de la madrugada y el dolido semblante de nuestros amigos los guardas durante el resto del día siguiente.

Otro pero era la existencia de muchas grietas en las paredes; paredes que tenían un metro de grueso. Una de ellas era tan grande que cierto día que un petirrojo volaba a tontas y a locas por la habitación, encontró la salida por allí —al menos desapareció por un rincón oscuro y no se le volvió a ver. A través de esa misma grieta, oíamos a los estorninos pintos cantar fuera como si estuvieran en la propia habitación. En mayo, el vocerío de sus polluelos se dejaba oír con creciente intensidad, hasta el punto de que nos obligaban a callar siempre que creían que se acercaban sus padres con comida. Asimismo existían innumerables grietecillas. Y aunque por ninguna de ellas se alcanzaba a ver el mundo exterior, los vendavales del norte sabían abrirse paso por ellas. Recuerdo como si fuera ayer la semana de la Coronación; nos sorprendió tiritando delante de un brillante fuego, con toda la ropa habida y por haber encima, y con todo el calor perdiéndose por la chimenea a causa de las gélidas ráfagas que, entrando por las grietas, nos azotaban camino de aquella. Vamos, la tradicional fogata inglesa llevada al absurdo: ¡una delicia! A menudo la disfrutábamos, poniéndonos de espaldas al fuego. Allí aprendí que se ha de empezar a ser británico a edad bastante temprana.

## EL ASENTAMIENTO DE LAS GAVIOTAS

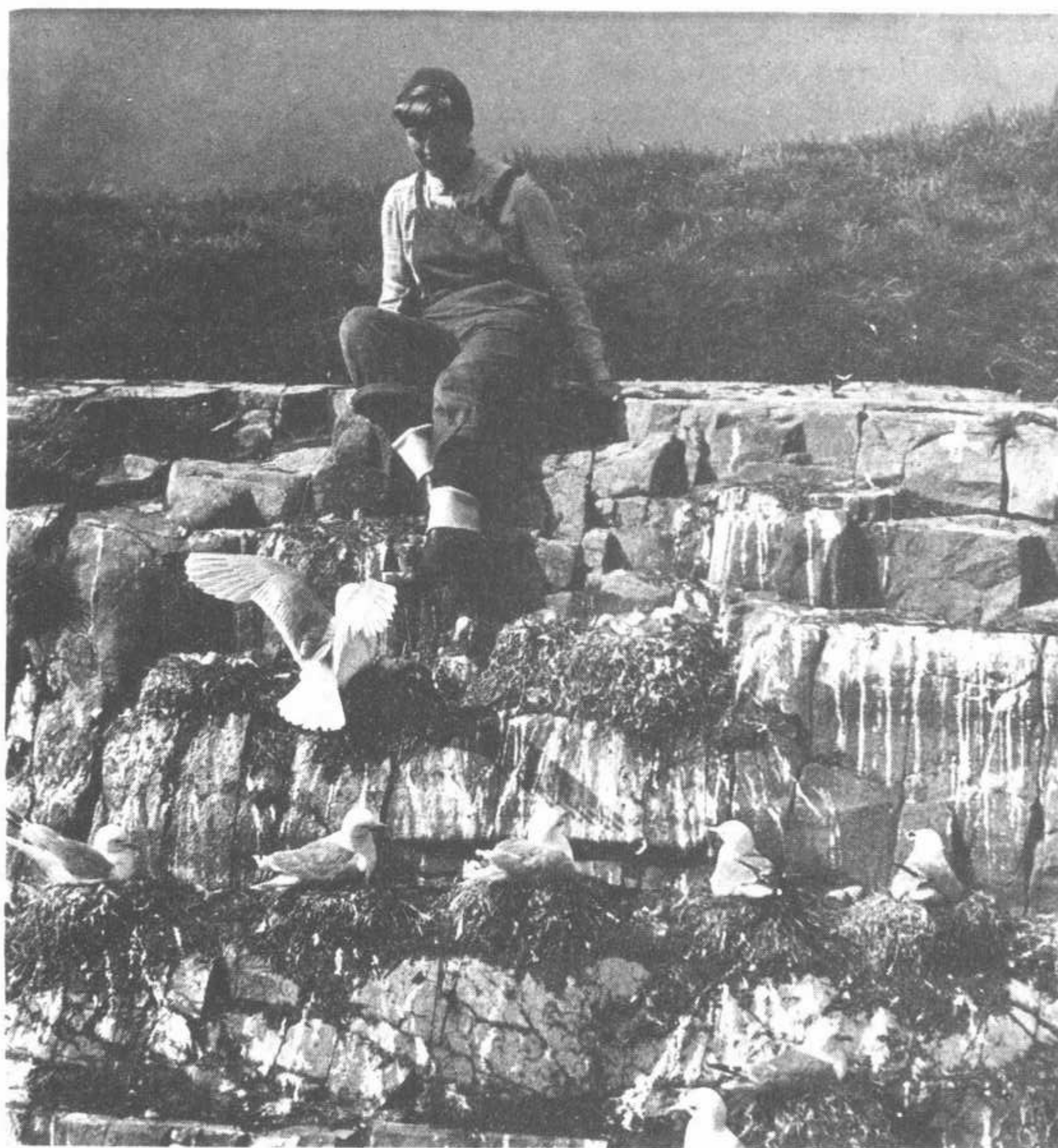
Cuando iniciamos las observaciones, a primeros de marzo, de hecho no había aves en la isla y, salvo algún fulmar o arao común perdido, el acantilado estaba desierto. Pero las gaviotas tridáctilas andaban ya en la vecindad y mostraban interés por los roquedales. Era frecuente ver bandadas de diez o veinte aves posarse en el agua delante del acantilado, permaneciendo a unos doscientos metros de aquél; saltaba a la vista que la isla empezaba a atraerlas, pero, por lo que fuera, todavía no estaban preparadas para establecerse en ella. Mientras así flotaban delante nuestro, emitían de continuo su pendenciero “quittibaac”. Cuando había corriente —que era casi siempre—, en seguida arrastraba a la bandada lejos de las verticalidades



El acantilado de las gaviotas tridáctilas en la Inner Farne.

de nidificación. Las aves avanzaban más y más hasta quedar reducidas a meros puntitos en la lejanía. De improviso una levantaba el vuelo, luego otra y otra; a no tardar, teníamos la bandada entera de vuelta, posándose una vez más delante del cortado. Transcurrían varios días antes de que las primeras aves aterrizaran en el propio acantilado. Estas pioneras nunca se detenían mucho tiempo y, mientras andaban por él, mostraban todos los indicios de estar a disgusto, con el plumaje liso y brillante, el cuello estirado. Aunque en seguida emprendían el vuelo, regresaban, y acto seguido acu-





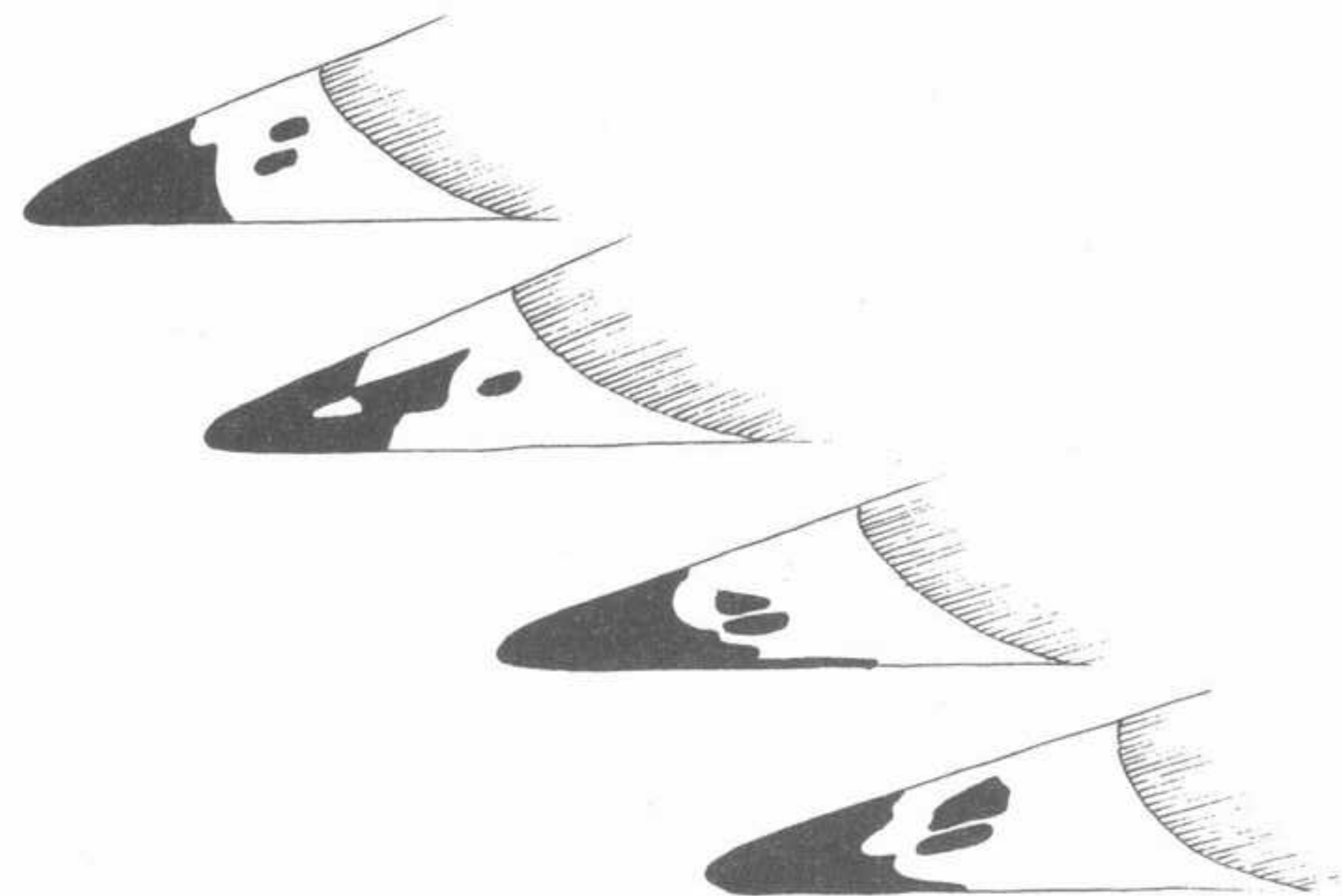
Las gaviotas tridáctilas son extraordinariamente dóciles en sus nidos.

dían más aves a ocupar las repisas. Elegían las partes más escabrosas del precipicio, con clara preferencia por las paredes absolutamente lisas, donde se establecían en angostísimas "plataformas", a menudo con menos de diez centímetros de ancho.

Entonces comenzaban las observaciones en serio. Ante todo teníamos que conseguir reconocer individuos, de modo que pudiéramos hacerlo aun después de una prolongada ausencia. Con otras aves, cabía hacerlo capturándolas y marcándolas, por ejemplo con anillos de colores en las patas; sin embargo, capturar gaviotas tri-

dáctilas adultas, cualquiera fuera la escala, no es tan fácil. Podríamos haberlo intentado, pero en el mejor de los casos, pobres habrían sido los resultados incluso después de haber consumido considerable cantidad de tiempo y energías.

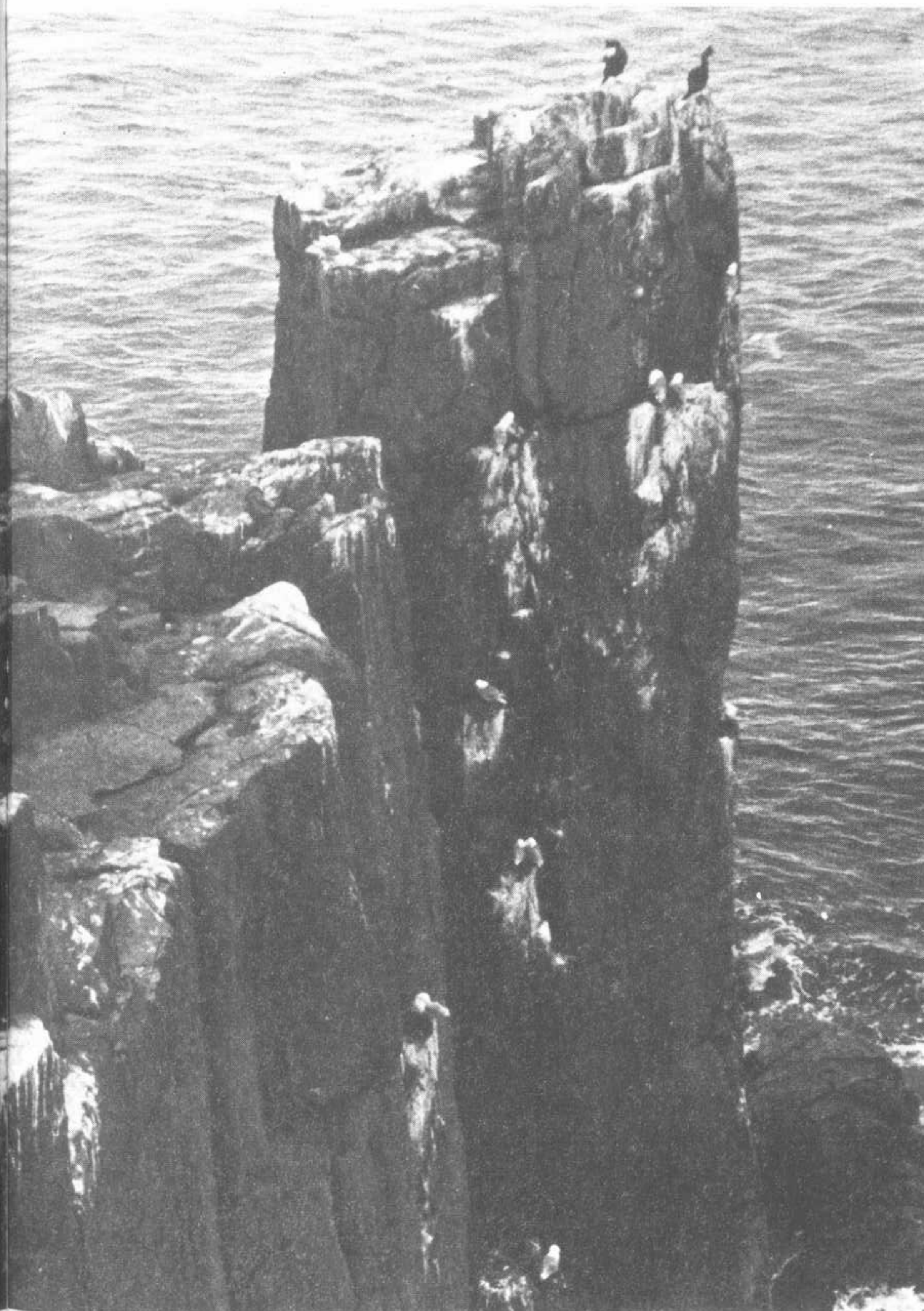
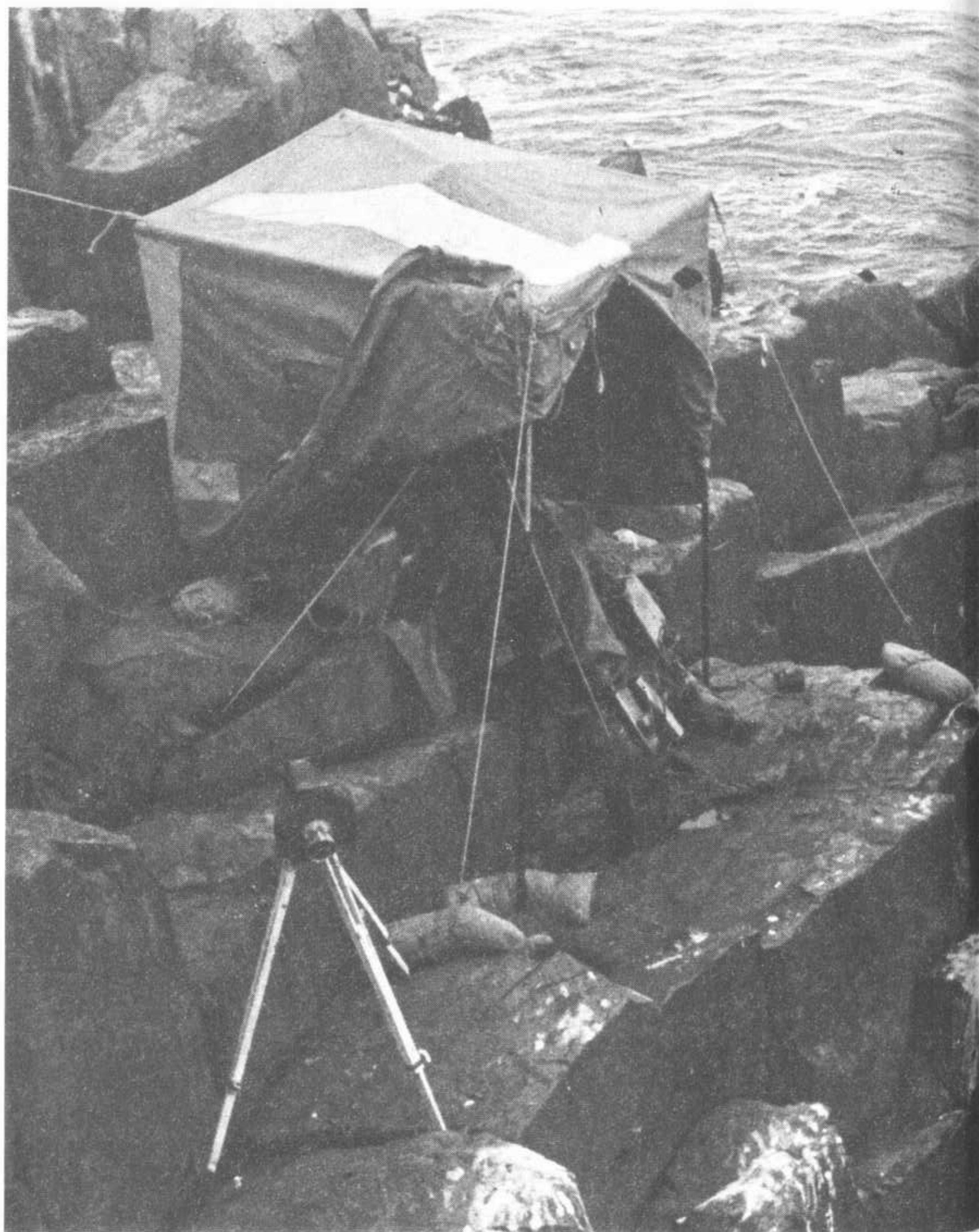
Esther encontró un método mucho mejor. Observó que la distribución de las manchas negras en las puntas de las alas variaba mucho de individuo a individuo y que, con cierta práctica, podía reconocer un buen número de ellas merced a esos "carnés de identidad". No tardó en descubrir un buen puesto de observación frente a un acantilado con unas treinta parejas de gaviotas tridáctilas. Como ella se sentaba allí, quieta, día tras día, las aves se acostumbraron a su presencia y, a la postre, la ignoraron por completo. Su único equipo, aparte los prismáticos y el cuaderno de notas, era una tarjeta con los dibujos de los modelos de alas de las aves que conocía personalmente. Descubrió que dichos modelos permanecían invariables incluso durante la muda, de modo que podía reconocer a los viejos conocidos cada primavera, después de haber estado separada de ellos todo un invierno. La mayoría de las aves volvían año tras año a la misma zona de la colonia y, por lo general, a la misma repisa. Años después nos enteramos de que los investigadores de



Manchas en las alas de algunas gaviotas tridáctilas, utilizadas para su reconocimiento.



Observando gaviotas tridáctilas. La paranza es de abrigo, no para ocultarnos.





Durham, que están haciendo un trabajo de campo en la isla, hablan todavía del asiento de Esther —aunque nadie sabe quién fue Esther.

En el transcurso de cuatro temporadas (pasó tres enteras y parte de un cuarto verano), Esther descubrió que muchas aves tenían peculiaridades individuales de comportamiento, así como de aspecto. Por ejemplo, había una pareja que siempre construía un nido mucho más alto que lo normal; otra ave, una hembra, era demasiado tímida para emparejarse: aunque recibía visitas de machos cada estación, el miedo le impedía quedarse con ninguno de ellos. (Recibió, inadvertidamente, el nombre de “Cleopatra” antes de que conociéramos su carácter.) Otros individuos tenían gritos característicos que permitían reconocerlos.

En conjunto, la organización social de una colonia de gaviotas tridáctilas es análoga a la de otras gaviotas. Entre estas aves monógamas, la pareja permanece unida durante toda la temporada, muchas de ellas incluso más de un año. Los cónyuges se reconocen individualmente. Forman parejas en las repisas y construyen el nido juntos; el macho alimenta a la hembra y los dos miembros de la pareja se turnan para incubar los huevos y alimentar a los polluelos. Hay también pruebas en el sentido de que los vecinos se reconocen a menudo entre sí. Las diferentes posturas y gritos que sirven de señales o “lenguaje” son, en líneas generales, idénticos a los de otras especies de gaviota.

## DETALLES DE LA ADAPTACIÓN

Con todo, había muchos puntos en que las gaviotas tridáctilas diferían de otras gaviotas, y en ellos se concentró Esther. Como sus observaciones arrojan luz sobre la naturaleza de tales diferencias y guardan relación con problemas de divergencia evolutiva, referiré este punto con cierto lujo de detalles.

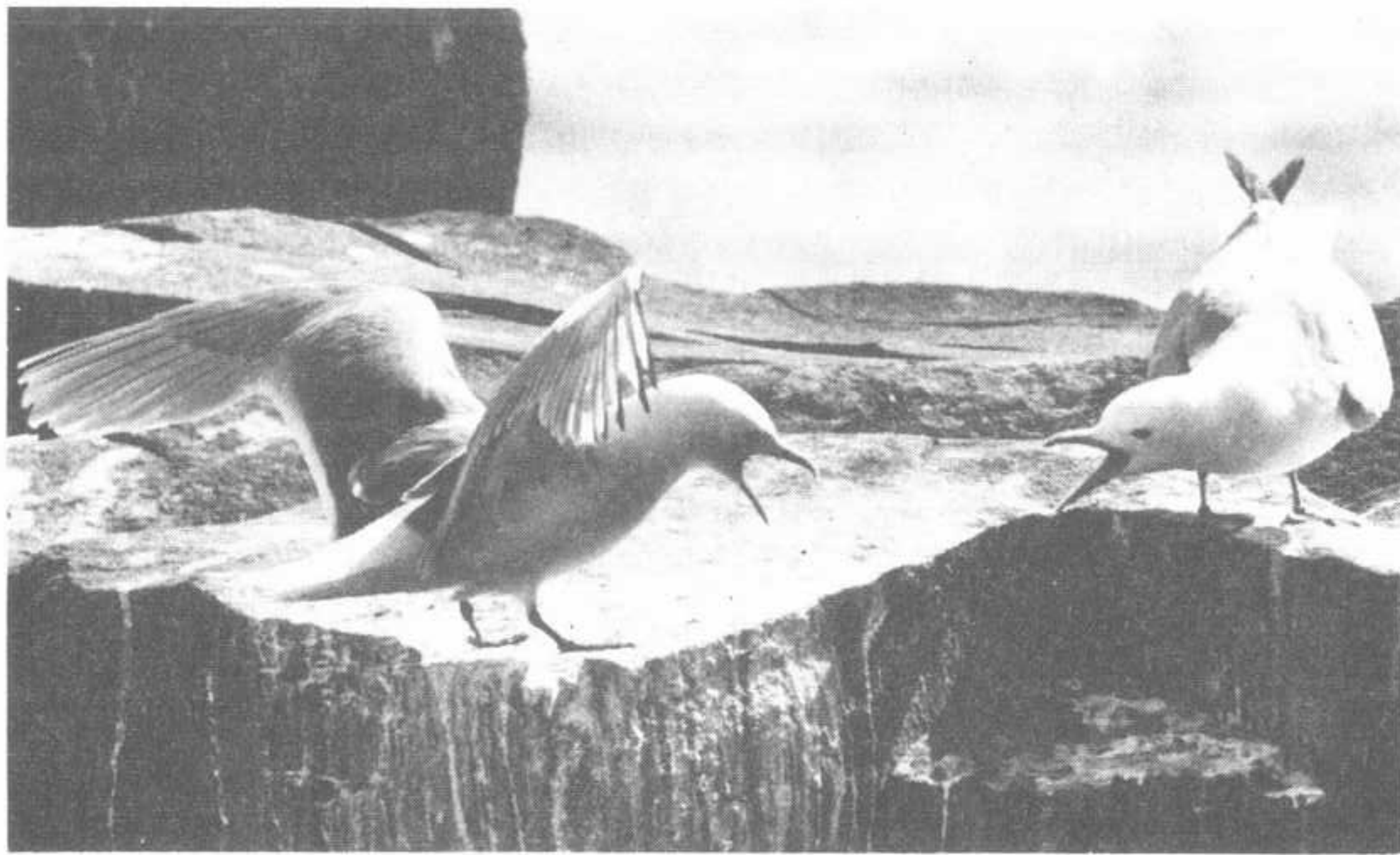
En primer lugar, las gaviotas tridáctilas son extraordinariamente dóciles. Esto es cierto no sólo para las de las islas Farne, sino para las de otras localidades. Además de tolerar la presencia de personas cerca de los nidos, se preocupan muy poco de otros predadores. La diferencia, por ejemplo, entre cómo reaccionan ante ese conocido ladrón de huevos que es la gaviota argétea, y cómo lo hace la gaviota reidora o la cana, es asombrosa: mientras que estas últimas emiten un grito de alarma de alta intensidad en cuanto divisan una gaviota grande en la lejanía, y levantan el vuelo para atacarla con

furia, nunca vimos que la tridáctila prestara atención a ninguna argétea. Son tan dóciles que cuesta incluso oírles algún grito de alarma. Nosotros no los oímos en semanas, hasta que resolvimos bajar por el acantilado y visitar los nidos. Esther se dio cuenta de que la mansedumbre tenía que ver con el hábito de criar en paredes verticales. No cabe duda de que semejante costumbre es un método de protección contra los predadores. No tenemos pruebas de que el zorro eluda los acantilados, porque nunca vimos uno cerca de las colonias de gaviota tridáctila, mas en el Ártico, las pequeñas pero feroces e infatigables zorras árticas vagan por todo el país en busca de huevos y aves jóvenes, y evitan los precipicios cortados a pico. Incluso las gaviotas argéteas parecen tener dificultades para posarse en esos acantilados; por lo que sabemos, nuestra colonia no perdió un solo huevo a manos de dichas gaviotas, pese a que estas últimas andaban rondando todo el tiempo y se alimentaban con regularidad de huevos más fácilmente asequibles, como los de éider. Una especie como la gaviota tridáctila, con una defensa tan magnífica contra los predadores, no tiene necesidad de escapar, no le hacen falta gritos de alarma, ni ataques sociales; no tiene por qué desperdiciar tiempo en volar o atacar, y puede dedicar el que las demás especies han de invertir en estas reacciones de emergencia, a otras actividades.

Una peculiaridad más de las gaviotas tridáctilas es su temperamento excesivamente pendenciero. Al menos durante la época de reproducción, pasan muchísimo tiempo peleando y amenazándose. Otras gaviotas también pelean lo suyo, pero ni de lejos tanto como las tridáctilas. La importancia funcional de esto se pone de manifiesto cuando se compara el hábitat de reproducción de éstas con el escogido por otras especies. Su selectividad, al requerir no sólo paredes verticales, sino también repisas estrechas (que, por lo general, no hay muchas), las convierte en la única especie de gaviota que afronta escasez de vivienda. Todas las demás especies que hemos estudiado hasta ahora anidan en el suelo y, por lo común, disponen para ello de un ilimitado número de lugares adecuados; las que son expulsadas del territorio ya ocupado, con sólo desplazarse un poco, ya encuentran otro sitio apropiado.

Pero el tipo de hábitat preferido no es la única limitación de las gaviotas tridáctilas; por si fuera poco, se niegan a anidar lejos unas de otras. Muy pocas se decidirán por una buena repisa alejada del grueso de la colonia; pelearán durante semanas y semanas contra fuerzas abrumadoras para tratar de conquistar un antepecho bien





¡Prohibida la entrada! Dos machos de gaviota tridáctila se disputan un lugar de nidificación en el acantilado.

defendido en medio de la colonia. Las peleas menudean todavía hacia el término de la estación reproductora y, al menos en las islas Farne, muchas gaviotas jamás se harán con una repisa de propiedad en el transcurso de una temporada.

Las posturas hostiles adoptadas por las tridáctilas cuando se enfrentan con un rival en el acantilado son similares a las de la argéntea y a las de otras especies que hemos estudiado. No obstante, existen algunas diferencias interesantes. Una es que la "postura de amenaza erguida", observable en otras especies, falta en la tridáctila. Parece como si ello, una vez más, se debiera a su costumbre de criar en los acantilados. En realidad, la postura erguida es sólo una combinación de movimientos fragmentarios pertenecientes a dos acciones distintas: ataque y huida. El cuello estirado y el pico apuntando hacia abajo puede verse como inicio del picoteo del rival, y la postura se resuelve a menudo en un ataque de este tipo. En gaviotas que anidan en el suelo, es habitual atacar al contrario desde arriba; por eso, el estiramiento del cuello es un preámbulo del ataque.

En la gaviota tridáctila, en cambio, el vecino puede estar lo mismo encima que debajo; por consiguiente, un método normaliza-

do de ataque desde arriba no tendría posiblemente éxito. La tridáctila ataca con igual facilidad desde arriba que desde abajo. Si la interpretación del origen de la postura erguida en las gaviotas es correcta, cabría esperar que ésta no se diera lo más mínimo en la tridáctila, pues el ataque completo, del que forma parte, no se desarrolla de igual manera. Por tanto, la ausencia de dicha postura es conforme con la interpretación del origen de ésta en otras gaviotas, y también con la idea de que muchos rasgos de la tridáctila tienen que ver con su hábito de criar en acantilados.

La formación de las parejas acontece en las repisas. A semejanza de la gaviota reidora, es un proceso lento en que el recelo mutuo

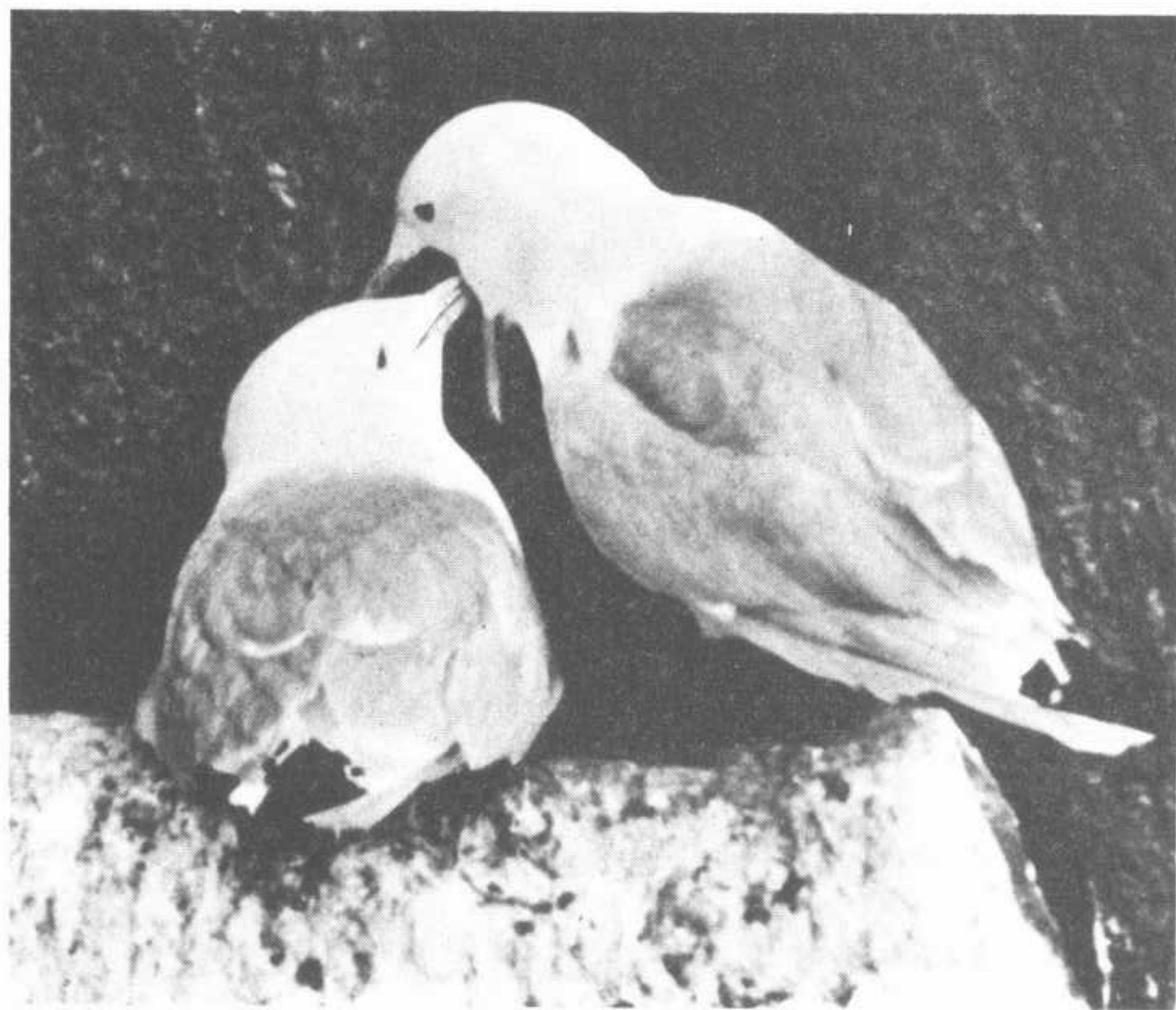


Un intruso intenta colarse en un nido ya ocupado; la cara vuelta impide el ataque de los furiosos propietarios.



ha de dar paso, gradualmente, a la tolerancia y el acoplamiento. El primer indicio de este acomodo bilateral es que el macho picotea a su hembra menos que al principio; a no tardar, la hembra deja de estirar el cuello y no adopta posturas llenas de inquietud en presencia de su macho. Al contrario, retira la cabeza hasta colocarla sobre su espalda y, en esta "postura encorvada", comienza a sacudir la cabeza de una manera extraña, al tiempo que emite un breve chillido cada vez que lanza el pico al aire. El efecto en el macho es inmediato: empieza a hinchar el cuello y regurgita alimento, que la hembra ingiere con avidez. Esta "alimentación nupcial" se da en todas las especies de gaviota, pero el método de la tridáctila es ligeramente anómalo. El macho de esta especie nunca deja caer la comida, la retiene en el esófago; la hembra picotea en su garganta en cuanto abre el pico. Caso de que ella no lo haga, él no dejará caer la comida en el suelo, como hacen todas las demás gaviotas, sino que la tragará de nuevo. Esta diferencia en la técnica de alimentación, por

Macho de gaviota tridáctila alimentando a su cónyuge.



pequeña que pueda parecer, es constante, y se diría que tiene valor adaptativo. Otras gaviotas tienen grandes territorios, y poco daño puede hacer que el alimento caiga en el suelo y queden algunos restos —cuando se pierde de esta forma, se dispersa por todo el territorio. Por el contrario, como las tridáctilas pasan la primavera y el verano en minúsculas plataformas, los restos de comida se acumularían y descompondrían si siempre quedaran en el mismo sitio. En realidad, el territorio entero no se extiende más allá del propio nido, y la higiene de éste, o mejor dicho, la higiene del territorio, cobra aquí mucha mayor importancia. Más adelante, alimentarán a los polluelos con idénticas precauciones.

Una vez establecida la pareja, las aves se toman, por lo común, varias semanas antes de dar el siguiente paso. Parte del tiempo lo pasan en la repisa y parte lejos de la colonia, es de suponer que pescando en el mar. Y un buen día, de improviso, empezarán a construir el nido. También lo hacen de una forma absolutamente peculiar, distinta de la que emplean las restantes especies. La mayor parte de las gaviotas, quizá todas, empiezan por preparar un agujero superficial, redondeado, que escarban sentándose en el emplazamiento del nido y traspalando hacia atrás tierra, residuos y plantas. Las tridáctilas, que anidan en estrechas repisas rocosas, comienzan por recoger barro y algas. Apelmazando esto mediante un continuo pisoteo, levantan una sólida plataforma de material duro y resistente, que se pega a la roca. Esta plataforma cumple dos fines: ensancha los cimientos del nido y ofrece una superficie horizontal, mejorando así las condiciones de construcción en repisas inclinadas. Como siempre, esta faceta particular del comportamiento de la gaviota tridáctila conviene extraordinariamente bien a su peculiar hábitat de nidificación.

### LO SINGULAR DE LOS POLLUELOS DE GAVIOTA TRIDÁCTILA

Esther Cullen encontró otras diferencias cuando estudió el comportamiento de los pollitos. Los de otras gaviotas empiezan a salir del nido y caminar por los alrededores poco tiempo después de haber roto el huevo, al cabo de uno o dos días; en una semana, se pasean por una zona bastante extensa. Los pollitos de gaviota tridáctila no se mueven. Permanecen tumbados o, más adelante, de pie en el nido, a menudo de cara a la roca, y nunca lo abandonan.



De vez en cuando, los Cullen se traían un polluelo a la torre; nunca tuvieron huésped menos andarín: si lo ponían en una mesa, lo colocaran donde lo colocaran en la misma, allí permanecía sin moverse; una útil reacción, muy necesaria, para un habitante de los acantilados.

Interesaba saber si esta diferencia entre los polluelos de gaviota tridáctila y otras especies es innata o les viene impuesta por el distinto ambiente en que se encuentran. Para averiguarlo, los Cullen pusieron varios huevos de gaviota reidora y argétea en nidos de tridáctila. Fueron aceptados y se abrieron a su debido tiempo; sin embargo, la mayor parte de los polluelos no sobrevivieron mucho tiempo, pues, no manifestando la menor inhibición, en seguida dieron en pasearse por los alrededores, con nefastas consecuencias. El experimento inverso, huevos de tridáctila abiertos en el nido de una gaviota que cría en el suelo, era imposible en la Inner Farne, pero se han publicado artículos acerca de una reducida colonia de gaviotas tridáctilas en una isla danesa, donde, por causas desconocidas, las aves anidan sobre terreno llano. Salomonsen, que ha visitado dicha colonia, comenta que incluso aquí los polluelos permanecen en los nidos sin moverse, en circunstancias en que los de otras gaviotas andarían por doquier. Por tanto, no cabe duda de que estamos ante una diferencia fundamentalmente innata entre las tridáctilas y otras gaviotas.

Los polluelos de tridáctila presentan también singularidades en otros aspectos. Por ejemplo, no están mimetizados; en vez del color de cuero, de fondo, y del jaspeado de manchas oscuras, irregulares, habitual en el suave plumaje de las gaviotas, presentan un hermoso lustre argéteo, manchado y muy llamativo. En una especie cuyas nidadas no están sujetas a la presión de los predadores, no existe necesidad de mimetismo.

Como otras gaviotas jóvenes, los pollos de tridáctila intentan acaparar la comida de sus compañeros de nido. Esto plantea un nuevo problema. En otras especies, la solución del conflicto es muy sencilla: el pollo que ha tenido la fortuna de hacerse con el grueso de la comida, suele alejarse corriendo. Esto no lo hará una gaviota tridáctila. El pollo que está siendo atacado, sea cual fuere la causa, aparta la cara; este gesto tiene un efecto sorprendente: detiene el ataque de los demás. Los adultos utilizan también el mismo gesto. Quizá sea significativo que la tridáctila figure como la única especie en que el pollo presenta una lista negra muy visible en el cuello; la exhibe y vuelve hacia el atacante cuando el atacado aparta la cara.

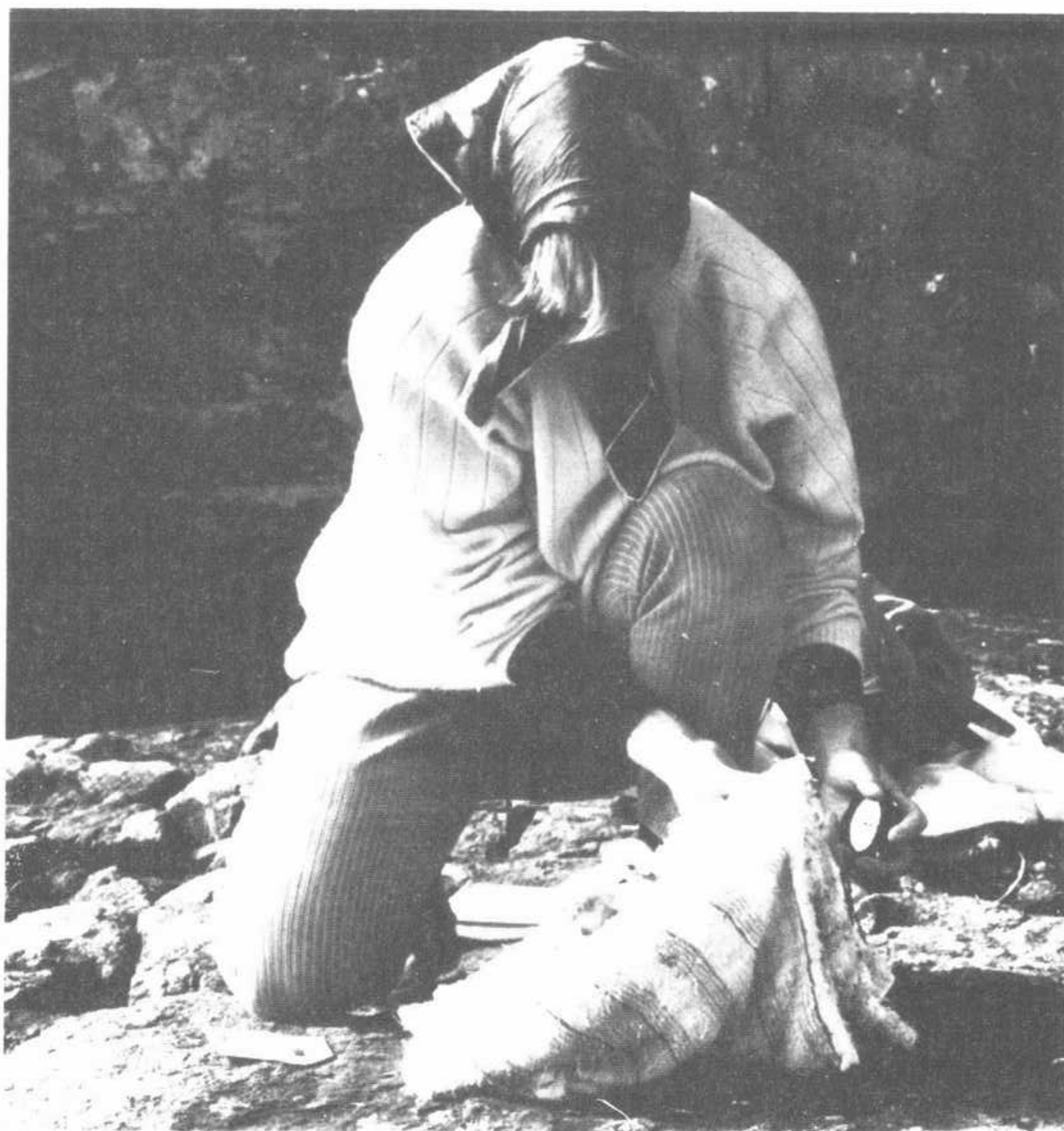
A la vista de lo que se sabe acerca de la función como señal de coloraciones llamativas similares en otros muchos animales, es posible que la banda negra sea precisamente eso, una señal.

## LA VIDA EN LAS REPISAS

Durante años, nuestros estudios sobre la gaviota tridáctila no fueron mucho más allá. Pero en 1967, Heather Kneale (ahora señora McLannahan), recién graduada, decidió estudiar detalladamente una faceta particular de su comportamiento: ¿Cómo se las arregla exactamente esta especie para sacar adelante sus polluelos en esas peligrosas repisas, donde un movimiento en falso puede significar la muerte instantánea? Esther Cullen ya había subrayado la curiosa costumbre de las tridáctilas jóvenes, de permanecer sin moverse en el nido desde el momento de salir del huevo hasta el día, semanas después, en que, sin más, se jugarán el todo y emprenderán el vuelo. Ahora bien, ¿era ésta toda la historia? Si lo era, ¿la aprenden los polluelos de una u otra forma, o es un rasgo "instintivo" de su comportamiento? Que los pollos de gaviota tridáctila no tienen aversión innata a merodear, quedó de manifiesto de una manera bastante accidental. Como Heather McLannahan sospechaba que los polluelos debían tener muy desarrollada tendencia a alejarse del precipicio, decidió ponerlos a prueba en un acantilado artificial. Tenía que trabajar con pollitos que con toda seguridad nunca antes hubieran visto un precipicio. Por muy jóvenes que fueran los pollitos sacados de su nido natural, jamás tendría la certeza de que no habían echado siquiera una ojeada al abismo real. Sabiendo que muchas aves aceptan incubar huevos bastante distintos de los propios, decidió poner algunos de gaviota tridáctila debajo de unas gaviotas sombrías que anidaban a cierta distancia tierra adentro, en una pradera relativamente llana. Confiábamos en que esta especie, que vive en buena medida del pescado que regurgita para sus propios pollos, proporcionaría a los pollitos de tridáctila todo el alimento necesario.

Estos padres adoptivos empollaron los huevos ajenos con toda normalidad; nosotros, desde paranzas próximas a los nidos, observábamos cómo se comportaban los pollitos. Para nuestra sorpresa, ya el primer día los vimos ir y venir con bastante libertad; alguno se alejaba un par de metros de vez en cuando y regresaba cuando lo juzgaba oportuno la gaviota adulta que permanecía de pie en el nido o cerca de él. Aunque, por desgracia, las sombrías no les daban





Heather McLannahan mide la pendiente máxima a que puede agarrarse un pollito de gaviota tridáctila recién salido del huevo.

de comer (detalle interesante de por sí, pero que no nos concierne en este momento), al menos pudimos saber que los polluelos de gaviota tridáctila no están intrínsecamente atados a un sitio y que, por tanto, deben de tener otros mecanismos para evitar el borde del acantilado.

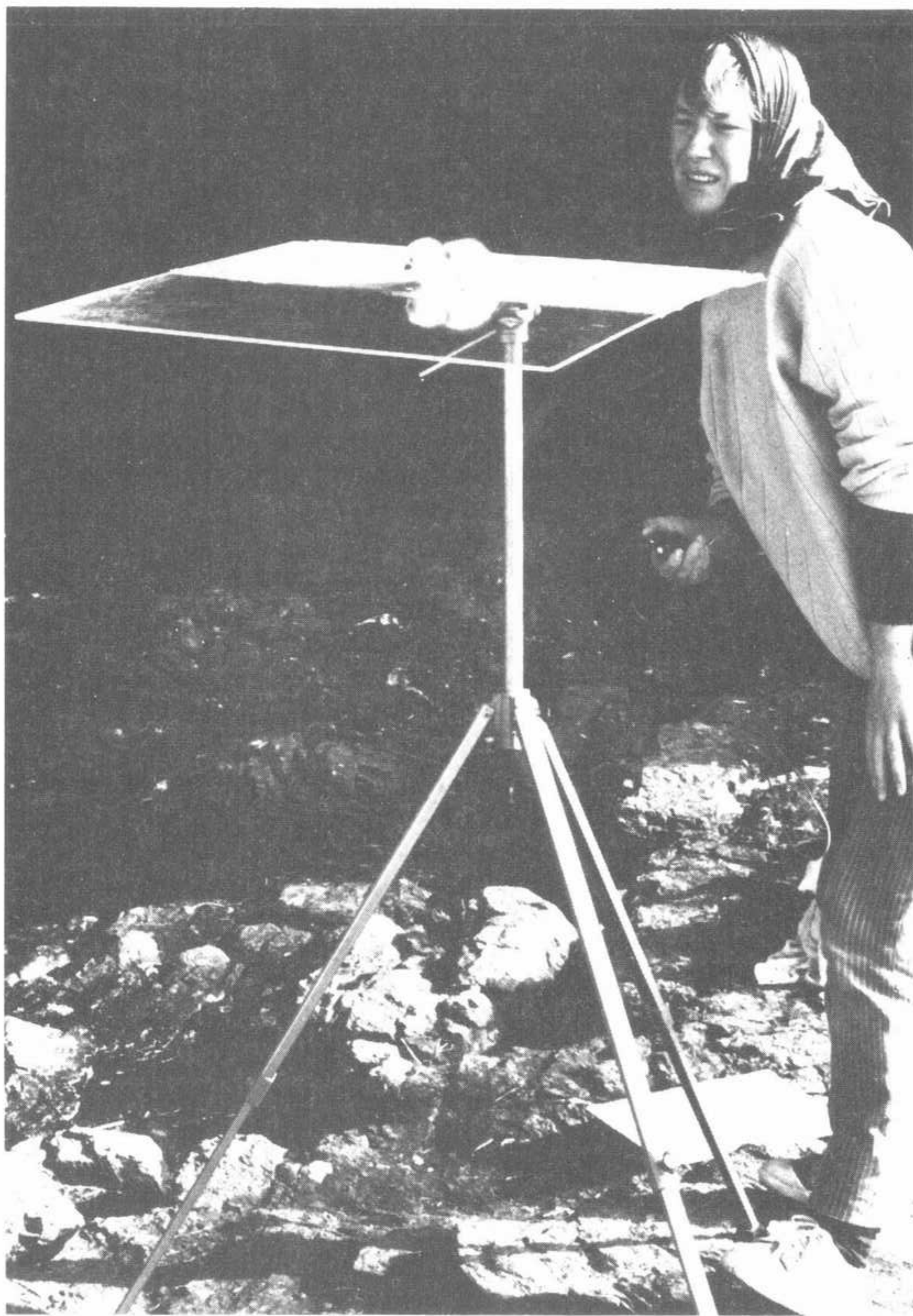
Esther Cullen había aventurado la posibilidad de que fuera la profunda concavidad del nido de gaviota tridáctila lo que impide a los pollitos corretear fuera de éste. Heather McLannahan midió con

cuidado la pendiente de los flancos de varios nidos de tridáctila, y luego puso a prueba cierto número de pollitos en una plataforma que podía ladear gradualmente, dándole más y más inclinación. Dicha plataforma estaba cubierta con una tela basta, de modo que los pollitos podían agarrarse firmemente a ella con sus afiladas uñas. Descubrió que siempre se ponían de cara “al monte” y que podían trepar por pendientes más empinadas que las que encontrarían habitualmente en sus propios nidos. Así pues, los pollitos eran muy capaces de salir a rastras, y las prolongadas tandas de observación en los nidos naturales demostraron que, de vez en cuando, se acercaban peligrosamente al borde del acantilado.

Heather McLannahan resolvió entonces comprobar si los pollitos podían reconocer un precipicio y, de este modo, evitar la caída. Al cabo de unas cuantas pruebas de tanteo, preparó una serie de experimentos con diversos objetivos. Primero, decidió coger huevos de una colonia de tridáctilas y empollarlos en cajitas dentro de una incubadora, para asegurarse de que los pollitos no habían visto nunca un acantilado antes de pasar los experimentos. Además, adelantándose a que iba a observar eficaces reacciones de evitación de bordes, decidió comprobar inmediatamente qué órganos sensoriales controlan dichas reacciones. Si bien era probable que emplearan los ojos para ello, también podía ser que sintieran el borde del abismo —respuesta que podría serles útil en las noches oscuras. Para poner a prueba sólo el efecto de los estímulos visuales, utilizó lo que se conoce como “acantilado visual”. Consistía en una lámina de plástico o cristal transparente, la mitad del cual estaba pegada a un substrato visiblemente sólido, mientras la otra mitad se extendía sobre un pavoroso abismo, que podía ser visto pero, a causa del plástico, no sentido. La cumbre, la cara vertical y el fondo del “acantilado” estaban pintados como un ajedrez de cuadros blancos y negros de  $2 \times 2$  centímetros. Esto permitía que toda la situación fuera bien visible para el pollito y, asimismo, que Heather midiera la amplitud de sus movimientos.

Para el experimento, sacaba un pollito de la incubadora, con la cabeza bien tapada, y lo colocaba justo en el borde del “acantilado”, con la cabeza en unos casos encima del “abismo” y en otros encima de la “repisa”. Entonces se permitía al pollito mirar, mientras se observaba con toda atención su comportamiento. Muy impresionantes fueron los resultados, sobre todo en el primer tipo de experimento. El pollito miraba alrededor y en seguida veía el abismo; al punto se encogía, tembloroso, extendiendo incluso sus mi-



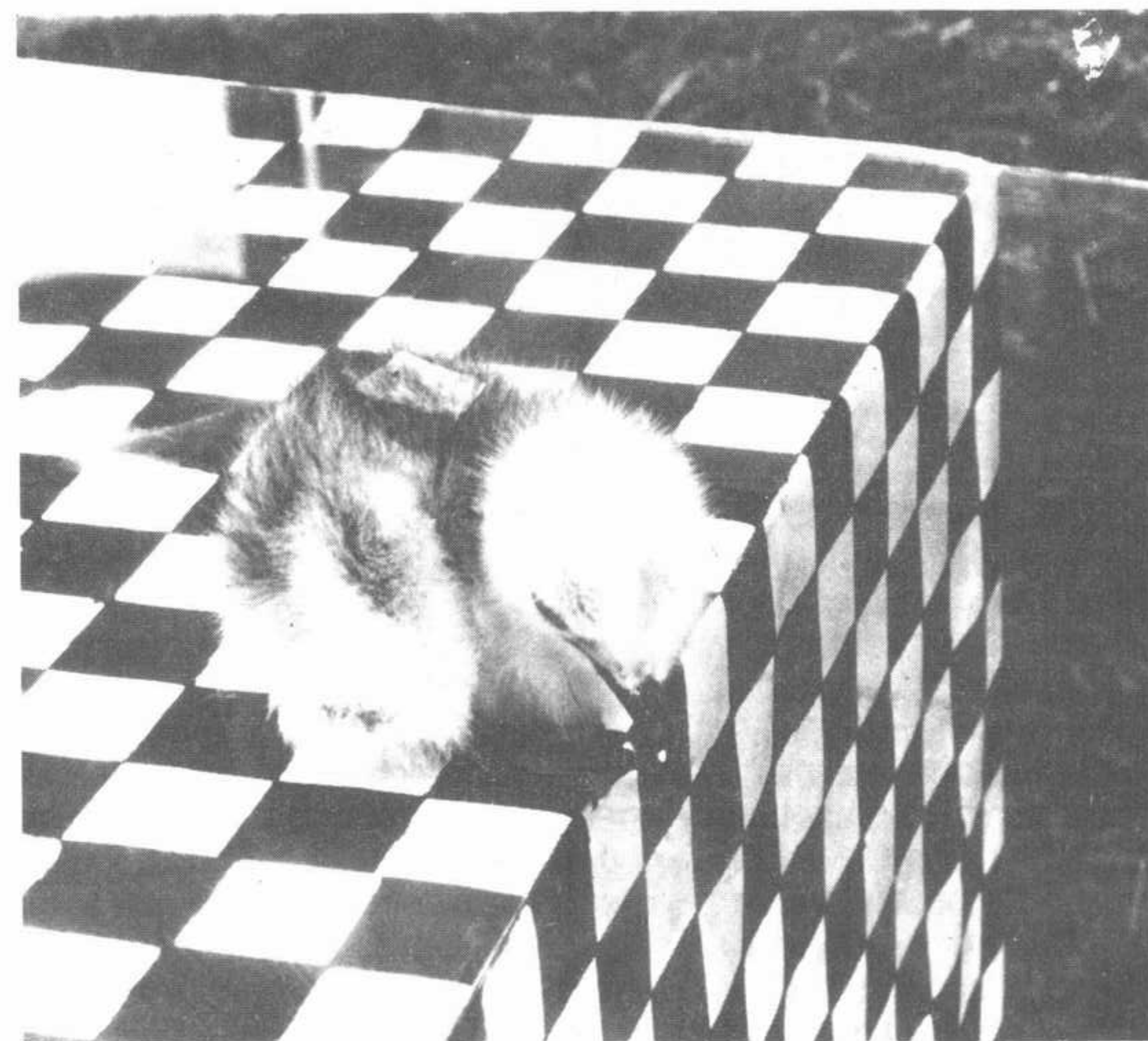


Experimento de campo en el "acantilado visual"; el pollito está apartándose de la media plataforma transparente.

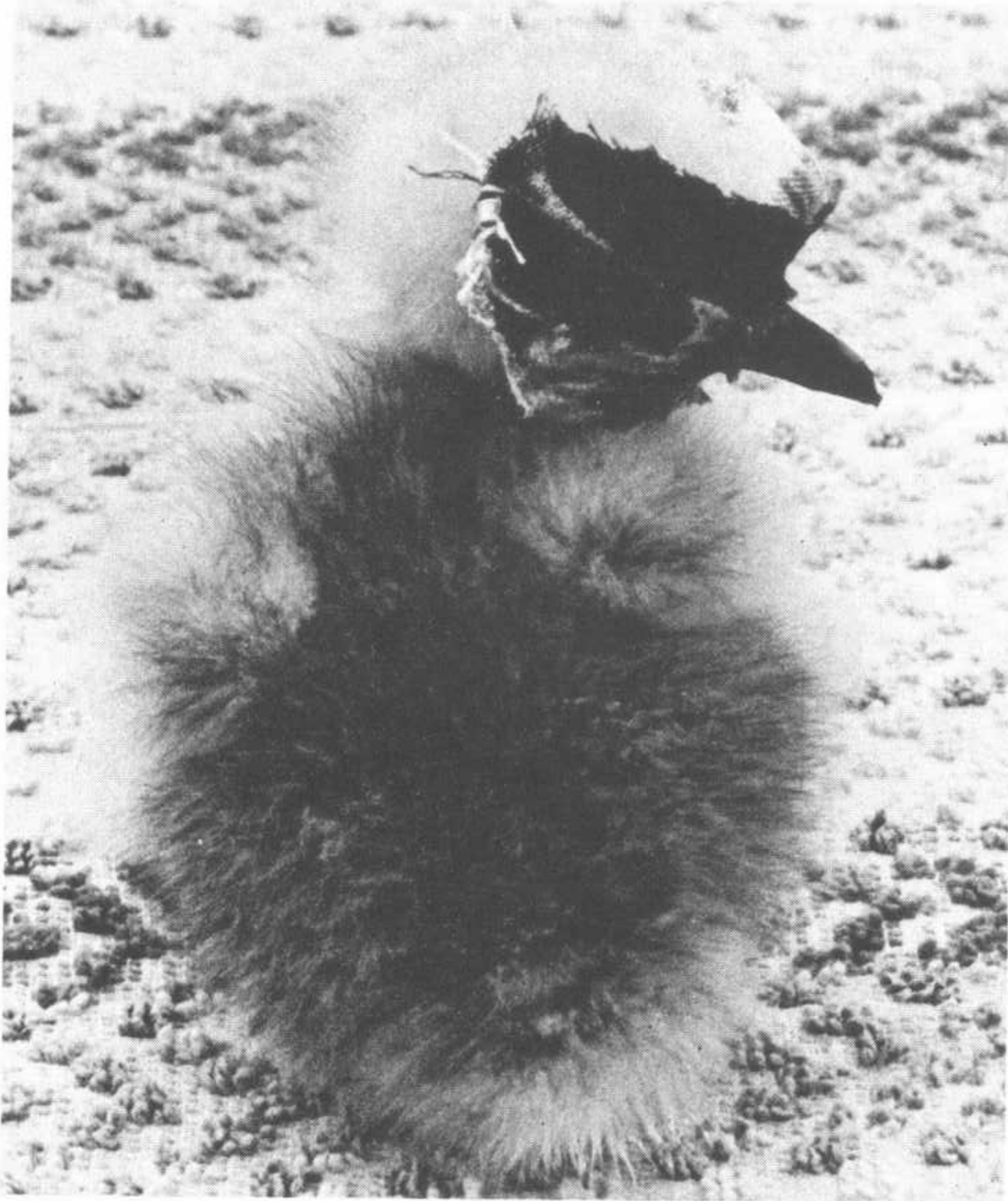
núsculas alitas, e intentaba aferrar las uñas al substrato, al tiempo que se volvía y arrastraba lejos del "borde". A un par de centímetros más o menos del borde, se distendía, cesaba el temblor, e incluso podía incorporarse y limpiarse las plumas con el pico —signos todos ellos de tranquilidad. Era evidente que la visión del precipicio (lo cual, dicho sea de paso, revelaba que los pollitos tenían una excelente percepción tridimensional) era suficiente para aterrarlos y hacerles retroceder a terreno seguro lo antes posible.

Para poner a prueba el efecto de la percepción del borde por simple contacto, Heather McLannahan vendó los ojos a cierto número de pollitos con un trozo de tela muy ajustado, pero inofensivo, y los colocó en diversas posiciones en el borde de una plataformita

Uno de los experimentos del tablero de ajedrez: el pollito de gaviota tridáctila está a punto de dar media vuelta ante el abismo visual.







Pollito con los ojos vendados, dispuesto a pasar la prueba de evitación del acantilado mediante el tacto.

sin ningún plástico encima, con las manos puestas a unos centímetros por debajo de aquél para proteger al pollito, de ser necesario, ante una espantosa caída. Cuando colocaban los pollitos de cara al abismo, aunque intentaban asirse, a veces daban un traspiés —pero en esta postura sólo tenían la uña trasera a su disposición. Y cuando los dejaban de espaldas al borde, sus patas lo sentían a tiempo, aferraban las uñas al substrato y se arrastraban lejos del peligro. Por

consiguiente, los pollitos tenían, nada más salir del huevo, una respuesta perfecta de evitación del acantilado, con un doble seguro, por así decirlo: mediante la visión, principalmente, y también por el tacto.

No obstante, aun con esto probado, la historia está todavía incompleta. Valiéndose de una combinación de observaciones de campo y experimentos, Heather McLannahan descubrió que, en comparación con las gaviotas argéneas, que también había estudiado, los padres tridáctilos pasan más tiempo de pie o sentados en el nido. Sus pollitos tendían más que los de las argéneas a permanecer en pie o tumbados cerca o debajo de sus padres. Aparte evitar el borde del acantilado, preferían además mantenerse próximos a la “pared” que domina la repisa, y —estamos convencidos— tendían incluso a apartarse de la luz brillante, procedente del lado abierto de dicha repisa.

Para comparar la tridáctila con, por lo menos, otra especie de gaviota, efectuaron varios experimentos similares con pollitos de argénea. Esta especie era de particular interés porque, si bien en algunas localidades anida en terrenos bastante llanos, en otros lo hará en acantilados (aunque nunca tan verticales, ni en repisas muy estrechas). Un colega norteamericano, John Emlen, ya había puesto a prueba pollitos de ambos tipos de colonia con una sencilla versión de campo del acantilado visual. Había encontrado que, al menos en pollitos de diez días de edad, la respuesta de evitación del acantilado, presente en ambas clases de colonia, era mejor en los procedentes de acantilado. Sus resultados daban a entender que, si bien los pollitos de gaviota argénea no carecen de respuesta, ésta es menos perfecta que en nuestros genuinos habitantes de acantilado; y también que, probablemente, se puede mejorar mediante la experiencia. Así las cosas, Heather McLannahan empolló huevos de gaviota argénea en incubadora; crió unos pollitos en cajas abiertas sólo por arriba, y otros en cajas a las que les faltaba una “pared”. Viviendo a diversas alturas del suelo, estos pollitos de “balcón” podían aprender lo que era un acantilado con sólo mirar hacia abajo o, quizá, experimentando casi caídas. Mediante ensayos con ambos tipos de pollito de diferentes edades, pudo demostrar que, de hecho, la experiencia mejora la respuesta de los pollitos de “balcón”.

Así pues, estos estudios sobre la gaviota tridáctila revelaban diversas características peculiares de tan anómala especie. Por un lado, es obvio que la tridáctila tiene mucho de gaviota; innumerables rasgos de conducta son tan similares a los del modelo general



de comportamiento de las demás gaviotas como lo es su anatomía y morfología en comparación con otras especies del mismo grupo. Por otro, difiere en muchos detalles, de los que sólo he mencionado unos cuantos. El especial interés de este trabajo radica en que ahora conocemos la función de muchos de ellos; en que deben ser el resultado de una adaptación evolutiva. Están relacionados, no cabe duda, con la evolución de la reproducción en acantilados; un mecanismo contra los predadores extraordinariamente eficaz. Como todas las demás gaviotas anidan en terrenos más o menos llanos (aunque las argéneas o las polares anidan en acantilados, rara vez lo hacen en paredes rocosas tan verticales como para estar de verdad fuera del alcance de los predadores), hemos de admitir que éste es el hábito más primitivo y que la gaviota tridáctila se ha separado del tronco original, especializándose en la reproducción en acantilados. La segunda conclusión de interés es que dicha especialización ha tenido repercusiones en muchas otras pautas de comportamiento. La docilidad de la tridáctila, su carácter pendenciero, sus costumbres de edificación del nido, el comportamiento y la coloración de los polluelos —éstos y otros muchos rasgos anómalos no puede decirse que estén relacionados de forma inmediata entre sí, pero admiten una interpretación ya como corolario ineludible de la reproducción en acantilados, ya (es el caso de la pérdida del mimetismo) como ausencia de propiedades indispensables para otras especies. Vista desde este aspecto, la gaviota tridáctila aparece como un hermoso ejemplo de la regla general según la cual la adaptación atañe al animal como un todo.

## LA EVITACIÓN DEL ABISMO EN OTRAS ESPECIES

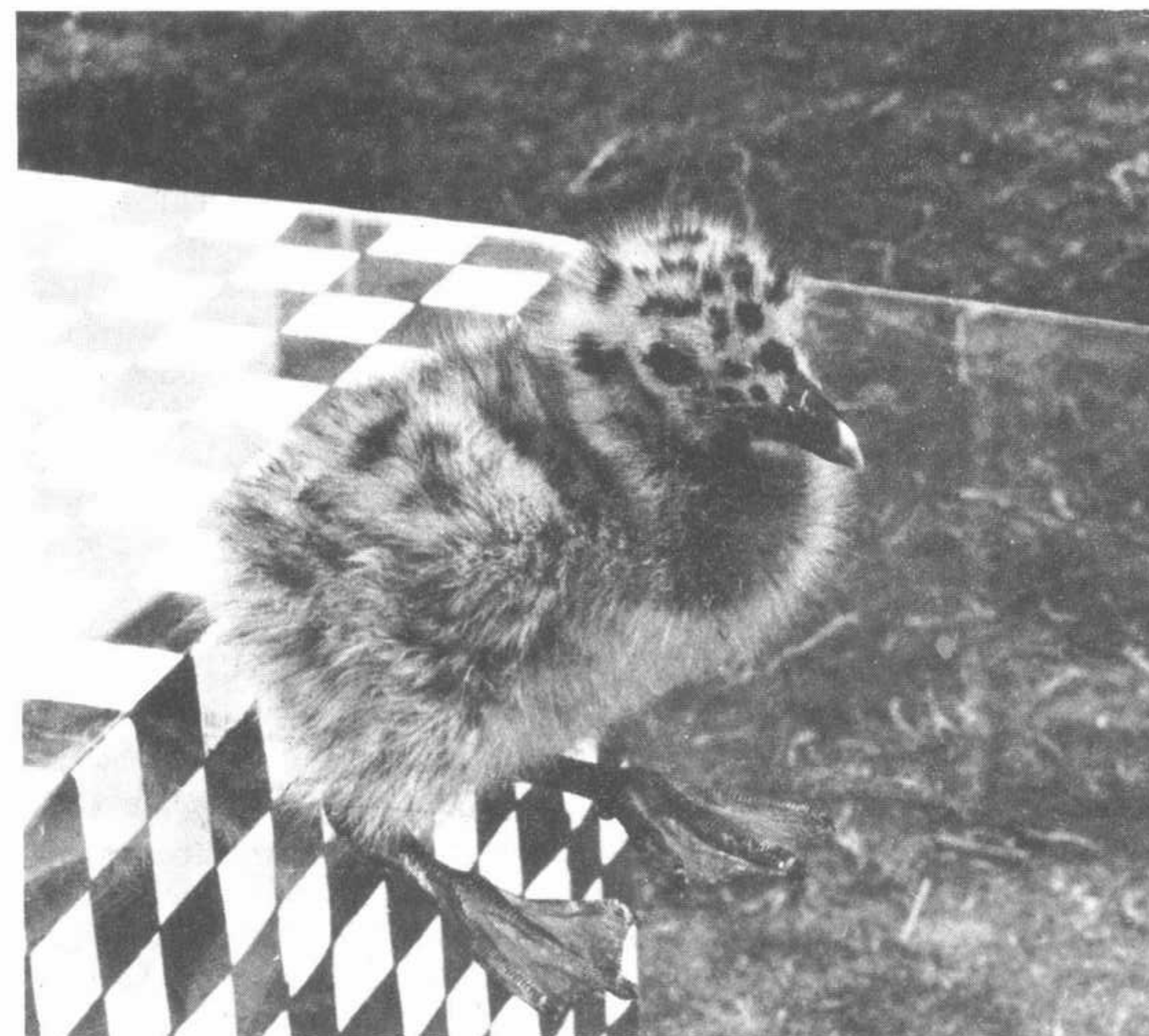
Para entonces, deseábamos dar un paso al frente: ¿Sería la reactividad a los bordes de acantilado distinta en especies aún más estrechamente emparentadas? ¿Serían mucho menos llamativas las diferencias en el hábitat de reproducción que las correspondientes diferencias en el comportamiento de evitación de los polluelos? Investigó estos aspectos otro joven zoólogo que se incorporó a nuestro equipo en 1971 y 1972: Joost Tinbergen, de Holanda. Por esa época, teníamos nuestra base en la isla Walney, donde muchos miles de parejas de gaviota argénea y gaviota sombría anidan, ala con ala, en las dunas. Estas dos especies están realmente muy emparentadas —de hecho, de vez en cuando se cruzan y producen

híbridos fértiles. Ahora bien, mientras que las gaviotas argéneas anidan con frecuencia en acantilados, e incluso, en Walney, prefieren los montículos arenosos, las sombrías construyen sus nidos en las praderas llanas. En otras zonas, anidan en islotes rocosos y llanos, y aquí los polluelos pueden tropezar, ocasionalmente, con peligrosas grietas de la roca; con todo, no cabe duda de que los polluelos de gaviota sombría se cruzan con un abismo fatal mucho menos a menudo que los de gaviota argénea.

Empleando el mismo método, incluso los mismos aparatos que había utilizado Heather McLannahan en sus investigaciones de campo y, por tanto, en condiciones de comparar sus resultados con los de ella y con los de Emlen, Joost pasó centenares de pollitos de

---

Los pollitos de gaviota sombría tienen algo menos de miedo ante un abismo que los de gaviota tridáctila o incluso que los de gaviota argénea.





cada una de las dos especies por el acantilado visual. En lo que a nosotros atañe, el comportamiento de los pollitos recién salidos del nido es del máximo interés: siendo que los de una y otra especie se desenvolvían bien en el acantilado visual, los de gaviota argétea eran significativamente más rápidos en su reacción que los de gaviota sombría.

Reconsiderando todos estos estudios sobre el comportamiento de las diversas especies de gaviota, nos damos cuenta de que lo que más nos deleitaba era el creciente sentimiento de las asombrosas complejidades de la adaptación. Descubrimos, además de cuán diferentes son en realidad, a pesar de su similitud, las varias especies de gaviota, cuán armonizados están los detalles más nimios de su comportamiento con las exigencias impuestas por su hábitat particular. No sólo su estructura —la “arquitectura” del cuerpo—, también su comportamiento se puede contemplar —ello es cada vez más claro— como parte integrante de su “equipo de supervivencia”. Y el biólogo lo contempla en su contexto histórico, en el contexto de la evolución por medio de la selección natural. Todas estas especies son, no hay lugar a dudas, descendientes de un ancestro común. Como ha ocurrido tantas y tantas veces en el transcurso de la evolución (y ocurre aún ahora), diferentes poblaciones de una especie ancestral han invadido de manera gradual diferentes “nichos” y, al adaptarse a esos nuevos nichos, han modificado su propio modo de vida —se han convertido en especies separadas y pueden reinvadir las zonas habitadas por sus parientes sin competir con ellos. Por tanto, las especies de gaviota estrechamente emparentadas, aunque equipadas de forma tan dispar, como sabemos hoy día, son el resultado de este proceso de “irradiación adaptativa”. Cada una de ellas es un testimonio vivo de lo que la selección natural es capaz de crear.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### Obras generales

- Allen, G. y Denslow, J.: *Birds* (Clue Books, 1968). Sencilla introducción que perfila e ilustra las principales características que se pueden utilizar en un proceso de reconocimiento paso a paso.
- Benson, S. V.: *The Observer's Book of Birds* (Warne, 1960).
- Bruun, B. y Singer, A.: *Guía de las Aves de Europa* (Ed. Omega, 1971). Un libro para reconocer especies.

- Campbell, B.: *The Oxford Book of Birds*; ilustrado por Donald Watson (Oxford University Press, 1964). Exhaustiva guía de las aves de Gran Bretaña.
- Fisher, J.: *The Migration of Birds* (Bodley Head, 1966). Sencillo e ilustrado esbozo general de la migración de las aves, con un breve texto basado en datos, excepcional por su sencillez.
- Fitter, R. S. R.: *Collin's Guide to Bird Watching*, 2.ª ed. (Collins, 1970). Cómo observar, alimentar y auxiliar a las aves, cómo reconocer las especies comunes y adónde ir en las Islas Británicas para observar aves.
- Fitter, R. S. R.: *Your Book of Bird Watching* (Faber, 1958). Contiene consejos prácticos sobre equipo, primeros auxilios, construcción de cajas de nidificación y observación de aves en general.
- Fitter, R. S. R. y Richardson, R. A.: *Collin's Pocket Guide to British Birds* (Collins, 1966). Las aves británicas están repartidas en tres grupos principales —terrestres, de ribera y acuáticas— y en cada uno, por tamaño. Se ofrecen seis métodos de reconocimiento mediante un proceso de eliminación, con descripciones completas e ilustraciones.
- Fitter, R. S. R. y Richardson, R. A.: *Collin's Pocket Guide to Nests and Eggs* (Collins, 1968). Volumen complementario de la *Collin's Pocket Guide to British Birds*.
- Gooders, John: *Where to Watch Birds* (Deutch, 1967; Sphere Books, 1971). Esta obra ofrece detalles de unos quinientos puntos de observación de Inglaterra, Escocia y País de Gales. Incluye asimismo direcciones de muchas sociedades locales.
- Goodwin, Derek: *Instructions to Young Ornithologists* (Museum Press Ltd., 1961). Excelente introducción a muchos aspectos del comportamiento de las aves.
- Lack, David: *The Life of the Robin* (Witherby, 1965). Casi un clásico; es un estudio detallado que presenta las observaciones del autor sobre el petirrojo durante un período de cuatro años.
- Lack, David: *Swifts in a Tower* (Methuen, 1956). Espléndido ejemplo de estudio de un ave muy especializada [el vencejo común].
- Peterson, R. T.: *The Birds* (Time-Life International, 1968). Buena obra general sobre las aves.
- Peterson, R. T. y otros: *Guía de Campo de las Aves de España y de Europa* (5.ª edición, Ed. Omega, 1982). Autorizada guía de clasificación, muy bien ilustrada.
- Reade, E. y Hosking, E.: *Nesting Birds, Eggs and Fledglings in Colour* (Blandford, 1971). Contiene 209 fotografías de aves en sus



nidos, con huevos o polluelos, así como ilustraciones de 400 huevos, que abarcan las aves más comunes de la Europa occidental, seguidas de notas sobre los hábitos de reproducción de cada especie.

Readers Digest/AA: *Book of British Birds* (Drive Publications Ltd., 1969). Acertada compilación de muchos aspectos de la vida de las aves.

Sparks, J.: *Bird Behaviour* (Hamlyn, 1969). Libro en rústica, a todo color, sobre la vida de las aves en general.

Vevers, G.: *Birds and Their Nests* (Bodley Head, 1971). Texto conciso y formato de libro de ilustraciones, que describe algunas de las técnicas más usuales de construcción de nidos.

Watt, Grace: *The Fame Islands* (Country Life, 1951).

### Obras sobre el comportamiento de las gaviotas

Tinbergen, Niko: *The Herring Gulls World* (Collins, 1953). Ejemplo de esclarecimiento de la compleja vida comunitaria de nuestra gaviota más común.

Tinbergen, Niko y Falkus, H.: *Signals for Survival* (Oxford, 1970). Estudio detallado de cómo se organiza una colonia de gaviotas.

### Algunas sociedades

British Ornithologists' Union, c/o The Bird Room, British Museum (Natural History), Londres S. W. 7.

Royal Society for the Protection of Birds, The Lodge, Sandy, Bedfordshire.

British Trust for Ornithology, Beech Grove, Tring, Hertfordshire, edita *Bird Study*.

Field Studies Council, 9 Devereux Court, Londres W. C. 2. Fomenta estudios de campo de todo tipo y realiza cursos en sus centros de investigación.

## EPÍLOGO

# NATURALISTAS CURIOSOS EN EL MUNDO MODERNO

Creo que es natural que el hombre tenga de vez en cuando dudas acerca del valor de lo que está haciendo; en cualquier caso, a mí me asaltan dudas de este género. Me parece un pasatiempo fascinante estudiar el comportamiento de los animales en su medio natural. Me permite vivir al aire libre y en un hermoso entorno; da alas a mi ansia de observar y reflexionar, y conduce a descubrimientos. Hasta el hallazgo más trivial proporciona gran placer. Sin embargo, una y otra vez vuelve la embarazosa cuestión: ¿y qué? Un diablillo parece mirar por encima de nuestro hombro, regocijándose en avivar esta chispa de duda. Reflexionamos sobre ello, tratando de ponderar los pros y los contras —y por lo general terminamos concluyendo que ha merecido la pena. La confianza y la tranquilidad de ánimo se restablecen —sólo durante un tiempo, pues las dudas continúan acechando.

Cuando lo hacen, pongo a mi diablillo en retirada con los siguientes argumentos. Creo que ningún hombre tiene por qué avergonzarse de sentir curiosidad por la naturaleza. Puede incluso argüirse que para eso tiene el cerebro, y que no existe mayor insulto a la naturaleza (y a uno mismo) que mostrar indiferencia hacia ella. Hay ocupaciones con una importancia decididamente inferior.

Creo que el principal beneficio que nos proporcionan estas investigaciones es de índole intelectual. Adquirimos creciente conciencia de la inmensa diversidad de la vida animal y de la interminable variedad de las pautas de comportamiento. Pero también descubrimos que muchos detalles de esas pautas, tan corrientes a primera vista, son en realidad cualquier cosa menos corrientes —que están adaptadas para cumplir funciones muy especiales. Una y otra vez, detalles de los que no hemos hecho caso alguno, quizá



por haberlos visto muy a menudo, resultan vitales para el éxito del animal. El simple hecho de que un insecto mimetizado permanezca, por lo común, inmóvil durante el día, y se alimente sólo por la noche, adquiere gran trascendencia en cuanto conocemos la presión que lo ha hecho necesario —que muchos de sus predadores pueden ver el más ligero movimiento. Una vez sabemos esto, nuestra curiosidad se aguza y nuestros pensamientos y esfuerzos se encaminan a una exploración más detenida —en intensidad y amplitud. Descubrimos que las pautas de comportamiento, así como los arquetipos de color, de estos animales están adaptados de un modo mucho más intrincado de lo que habíamos pensado; que además de la inmovilidad, la selección del substrato, la adopción de la postura adecuada sobre aquél y, como sabemos ahora, el vivir muy apartado de otros iguales, forman parte de una “estrategia global de defensa”. Asimismo, fascina descubrir, paso a paso, por qué unas gaviotas tienen la faz blanca y otras llevan una máscara oscura; cómo ambos tipos de coloración son útiles en el contexto del nicho de cada especie y cómo, por ejemplo, el volver la cara de la gaviota reidora es un corolario inevitable del hecho de llevar una máscara facial oscura. Estando tan bien equipada para la defensa del territorio, *tiene* que contrapesar su eficacia a este respecto, asegurándose de que esa eficacia, en otro terreno, no vaya a poner en peligro el éxito de una tarea tan radicalmente distinta como es la formación de la pareja.

La historia de la gaviota tridáctila pone de manifiesto la sutileza de la adaptación de conjunto de una pauta distinta en otro medio. Sea como fuere, a mí, la historia de Esther Cullen, tan plausible una vez interpretada, me abrió los ojos. Nuestro saber se vio enriquecido con el trabajo de Heather McLannahan sobre la evitación del acantilado y, en época más reciente, con el de Joost Tinbergen, que sumó el extraordinario detalle de que incluso la gaviota argénte y la sombría difieren, siquiera levemente, en este pequeño apartado de su comportamiento, y que aun este pormenor tiene un “sentido funcional”. Semejante adquisición de conocimientos ha sido fuente de profundo placer para todos nosotros.

Hoy día se están realizando estudios de este tipo por un número creciente de biólogos de campo. Una y otra vez, sorprende ver que detalles totalmente insospechados de “cómo viven en realidad los animales” forman parte a menudo de su dotación de supervivencia. Y sin embargo, cuanto más se descubre, más se da uno cuenta de que lo realizado hasta el momento no es sino un rasguño en la

superficie de lo que la selección natural es realmente capaz de conseguir: ¡cuántas cosas quedan por descubrir! Por ejemplo, el hecho de que las gaviotas tridáctilas se emparejen con tanta frecuencia con el mismo cónyuge año tras año podría parecer, a primera vista, apenas un hábito curioso. Pero John Coulson, de la Universidad de Durham, ha demostrado de forma concluyente que esta “constancia de pareja” les permite conseguir un mayor éxito reproductivo que si cambiaran de cónyuge (como muchas han de hacer si el compañero original muere durante el invierno). Esto significa que ese “hábito curioso” tiene, en realidad, un sentido funcional que también ocupa un lugar en nuestro relato de la “estrategia pro éxito” de la gaviota tridáctila. Significa asimismo que, de una manera misteriosa, los miembros de una pareja acrecientan, año tras año, su habilidad para cooperar en la cría de la pollada. Otra cosa es cómo realizan este “rodaje” —todavía no se sabe—; y así, cada descubrimiento plantea de inmediato un nuevo interrogante. Es el convencimiento de que estamos todavía muy lejos de conocer la historia completa, lo que me lleva a escribir incluso sobre nuestros hallazgos más simples; porque quiero que esta exploración continúe. Por ello hemos de alertar a otros y ayudarles a compartir nuestra sensación de maravilla, de belleza, incluso de reverencia ante “las riquezas de la creación” —ante lo que ha producido la evolución por medio de la selección natural. La palabra “reverencia” expresa, hasta donde se me alcanza, lo que siente el naturalista curioso. La cacareada “fría, incisiva mirada” que el científico dirige a sus animales, no tiene por qué, como tan a menudo se sostiene, cegar sus sentimientos estéticos e incluso religioso; al contrario, puede intensificarlos.

Mas, como señalaba brevemente en la introducción, poco a poco nos vamos dando cuenta de que podemos rebatir al diablillo de la duda con un argumento más utilitario, de esos que atraen a ese demonio de gente que se preocupa más de la utilidad que de nuestra peculiar y personal manera de pasarlo bien. Cada vez es mayor el número de personas que empiezan a reconocer que las investigaciones sobre el comportamiento de los animales tienen que ver con el conocimiento de nosotros mismos. En este sentido, los estudios de adaptación ocupan un lugar destacado. Enfrentados con la precariedad de la supervivencia, nos damos cuenta de que vivir es como estar en “una cuerda floja multidimensional” —que es una tarea difícil en que el ser vivo ha de encontrar el equilibrio adecuado entre las muchas cosas distintas que las presiones ambientales le obligan a hacer. Y merced a este tipo de investigacio-



nes aprendemos a ver con mayor claridad que el hombre está todavía en esa cuerda floja —por mucho que haya avanzado en la “conquista” de su medio ambiente. De acuerdo, mientras tanto ha arrancado alimento suficiente a la tierra para sustentar una población en alza; se ha librado del exterminio, de los caprichos del clima, de muchas enfermedades. Pero ese mismo éxito ha suscitado nuevas presiones: crece rápidamente el número de informes dignos de crédito sobre, por ejemplo, alimentos adulterados, agotamiento de recursos naturales, contaminación, envenenamiento de la tierra, del agua y del aire, y tensión social.

Nuestra cuerda floja está cambiando, y nuestra actuación tiene que amoldarse a este cambio. Mientras sigamos ignorando que adaptación significa estrecha *armonía* entre lo que nuestro ambiente nos exige hacer, y lo que realmente hacemos —léase *relación* entre el organismo y su medio ambiente—, seguiremos sin ver que el cambio acelerado de nuestro propio entorno no puede continuar de forma indefinida, bajo pena de perder el equilibrio, la viabilidad. Cuán cerca del desastre estamos, nadie puede decirlo con exactitud; no obstante, es un hecho incontrovertible que muchas personas ya están empezando a sufrir, e incluso a morir, por causa de alguna de esas nuevas presiones. De nuestras investigaciones de los animales en la naturaleza, hemos de aprender a tomarnos muy en serio esas primeras señales de advertencia. Pero lo que los expertos en “medio ambiente” (mejor dicho, expertos en nuestras relaciones con las nuevas presiones de origen humano) hacen, es elaborar, con creciente minuciosidad, un diagnóstico, una descripción de lo que sólo puede ser calificado de enfermedad social. Y lo mismo que en medicina, una vez establecido el diagnóstico de la enfermedad, la única manera de proceder a una verdadera cura es conociendo el mecanismo de la dolencia (p. ej., qué bacteria está interesada, cómo daña al cuerpo, y cuántas puede destruir éste), así la tarea de restablecer una relación viable entre nosotros y nuestro nuevo medio ambiente podrá ser llevada a cabo sólo si conocemos cuál es la causa de la enfermedad de nuestra cultura. Y como esto es cuestión de un medio ambiente “desbocado”, así como de nuestra capacidad de adaptarnos a éste, serán los principios de nuestros procesos vitales y las causas de la degradación ambiental lo que habremos de comprender antes de poder buscar una cura. El estudioso de la adaptación puede ayudar a establecer el diagnóstico, pero a quienes se habrá de llamar para restablecer la adaptación es a los especialistas en maquinaria viva —fisiólogos por un lado, y a los del

medio ambiente (ecólogos), por otro. Una cosa es descubrir que nuestro automóvil va mal, describir detalladamente lo que falla, así como otros indicios de defectos funcionales, y otra muy distinta es ponerlo en condiciones otra vez —para lo cual necesitamos un mecánico.

El investigador del comportamiento está íntimamente interesado por la actual disfunción de la sociedad humana, porque la “crisis ambiental” es, en último término, consecuencia de nuestra conducta —nos hemos empleado a fondo en conseguir supervivencia, *comfort* y beneficios a corto plazo sin atender a las consecuencias, en parte letales, a largo plazo. La planificación de un cambio de rumbo será, por tanto, materia de planificación de la *conducta*. Si no amoldamos el comportamiento a nuestro cambiante entorno, y no frenamos el distanciamiento entre dicho medio y nosotros, no podremos hallar una nueva adaptación —una relación nueva y viable entre lo que hacemos y lo que debíamos hacer. Volviendo a mi analogía de la cuerda floja: hemos de aprender, al mismo tiempo, nuevas técnicas equilibradoras e impedir que la cuerda se vuelva intransitable. Si queremos prevenir el hambre extrema en gran escala, el envenenamiento de nuestro medio ambiente, el malestar social y la amenaza de guerra (por mencionar unos pocos aspectos), antes de tratar siquiera de los síntomas, tendremos que conocer detalladamente qué nos perjudica más de nuestro medio ambiente, qué es lo primero que se resiente en nuestros procesos corporales, en nuestros mecanismos de conducta. Para eso están el control demográfico, las medidas contra la contaminación, los servicios de higiene. Las raíces de nuestra situación actual son muy profundas —nacen de una concepción obsoleta de la sociedad—, pero semejantes tratamientos, en las circunstancias presentes, pueden ser cruciales, pues cabe que proporcionen, tanto a nosotros como a nuestros hijos y nietos, un respiro —una pausa que puede y debe ser aprovechada para preparar un ataque a la raíz del mal y restablecer la adaptación.

¿A qué debería aspirar tal ataque? La vuelta a los viejos tiempos es, por supuesto, imposible. A la larga, lo que tendremos que idear es una forma absolutamente distinta de vivir. Para empezar, los recursos de lo que muchos gustan ahora llamar “la aeronave Tierra” son finitos, y una de las cosas fundamentales que ha demostrado la biología, más allá de toda duda, es que el crecimiento no puede continuar cuando los recursos son limitados —tarde o temprano se llega a un alto, porque uno u otro de nuestros recursos esenciales se agota. Hoy día se reconoce, por regla general, que



también deberemos contener la merma de recursos renovables, que tendremos que reciclar los residuos y detener la producción de venenos. Ahora bien, como todavía sabemos bastante poco sobre lo que en realidad estamos haciendo a nuestro medio ambiente, y aún menos cómo ello perjudica a nuestros cuerpos y mentes, de momento no podemos conocer los detalles del modelo requerido por esa nueva sociedad.

Todo esto es tan sólo un intento muy superficial de situar el trabajo de los naturalistas curiosos en su contexto adecuado, y nos ha llevado a recorrer un largo camino desde la observación de una avispa excavadora en acción. Pero ello nos muestra una vez más que la “ciencia pura”, es decir, el esfuerzo por satisfacer nuestra curiosidad sobre los fenómenos que nos intrigan, puede, por caminos totalmente imprevistos, adquirir una firme significación práctica. En muchos aspectos, la distinción entre ciencia “pura” y “aplicada” no es realista. La ciencia “aplicada” a menudo hace grandes contribuciones a la ciencia “pura” y la curiosidad “pura” conduce con igual frecuencia a valiosas aplicaciones.

Lo más importante es la decisión acerca del uso que daremos a los nuevos conocimientos adquiridos por la ciencia, sea aplicada o pura. Como todos sabemos, cualquier descubrimiento se puede utilizar para bien o para mal.

Así, mi argumento equivale a lo siguiente: lo que hemos de temer de nuestros “diablillos” ya no es si nuestras exploraciones merecen o no la pena —en cuanto se realizan con el espíritu serio y honrado del que “quiere” saber. Cuando los demonios nos urgen a aplicar nuestros conocimientos, a duras penas ganados, a fines perversos, entonces es cuando hemos de estar alerta. Y como ahora es tan difícil saber qué es malo de verdad y qué no lo es, en particular qué puede perjudicar a las generaciones futuras de nuestra propia especie, los científicos, incluidos los estudiosos del comportamiento animal, se encuentran en una situación de gran responsabilidad —situación que no supe valorar en su justa medida la primera vez que sentí curiosidad por la manera en que un insignificante insecto se las componía para dar con el camino de vuelta a casa.

EXLIBRIS Scan Digit



The Doctor

*Libros, Revistas, Intereses:*  
<http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/>



